André PICHOT

Hérédité et évolution

La génétique est une science sans objet

Mémoire pour rectifier les jugements du public sur la révolution biologique

Articles parus dans la revue *Esprit*

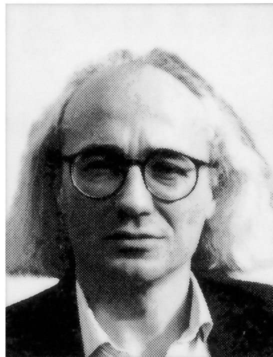


1996 – 2003

Plus que jamais, la boutade de René Thom est d'actualité : « En biologie, il pourrait être nécessaire de penser. »
Deux fois plutôt qu'une : travailler les concepts,
et réfléchir aux conséquences de ce que l'on fait.

A. Pichot dans le journal *Le Monde* en 1997.

André Pichot
est chercheur au CNRS
en épistémologie et histoire des sciences



Edition réalisée par

Bertrand Louart
Radio Zinzine
04 300 Limans
<b.louart{at}no-log.org>

Hérédité et évolution

l'inné et l'acquis en biologie

Article paru dans la revue *Esprit,* juin 1996.

Les polémiques sur l'inné et l'acquis font partie des traditions folkloriques les plus vivaces de la biologie. En général, on oppose les deux termes (l'hérédité des caractères acquis servant de repoussoir), mais c'est pour les réunir aussitôt en insistant sur leur égale nécessité et sur leur interpénétration qui rend impossible de les démêler dans l'être vivant. La récente remise en cause des dogmes de la génétique moléculaire semble avoir aiguisé le débat, et l'avoir déséquilibré en faveur de l'inné. Plus que jamais, l'hérédité est avancée comme explication. En revanche, on ne se donne jamais la peine de rechercher l'origine des notions d'héréditaire et d'acquis, ni de préciser leur rôle dans l'explication biologique. On fait comme s'il s'agissait de données naturelles évidentes, ayant toujours existé en biologie, et d'une utilité allant de soi. En réalité, sous leur apparente simplicité, ce sont des notions très ambiguës et même passablement biaisées.

La symétrie d'un cristal est-elle innée ou acquise ? Le fait que la somme de leurs angles est égale à deux droits est-il héréditaire chez les triangles de la géométrie euclidienne ? Questions que l'on rejette en disant qu'elles n'ont pas de sens. Certes. Mais pourquoi parle-t-on de caractères héréditaires et de caractères acquis en biologie, alors que les autres sciences font l'économie de ces notions ? Pour le comprendre, il faut étudier l'articulation de l'explication physico-chimique et de l'explication historique (l'évolution) dans cette discipline. C'est là en effet que l'hérédité intervient, et c'est l'hétérogénéité de son rôle (historique et physico-chimique) qui entraîne d'innombrables difficultés, tant scientifiques qu'épistémologiques.

Les théories de l'hérédité

L'hérédité a d'abord été conçue sur un mode naïf : du chien naît le chien, et du chat naît le chat. On aurait pu dire que l'hérédité assurait ainsi la constance des espèces si, pendant très longtemps, n'avait pas été

admise la possibilité de croisements les plus hétérodoxes engendrant toutes sortes de monstres. L'espèce était constante, mais, pas plus que l'hérédité, elle n'était strictement définie.

L'hérédité étant mal définie, les notions corollaires ne l'étaient pas mieux. Notamment celle d'*héréditaire*, qui recouvre à la fois l'*hérité* et l'*héritable*. Aujourd'hui, l'héréditaire, est défini par principe et en opposition à un non-héréditaire, ce qui n'était pas le cas autrefois où il relevait de la seule constatation de fait. Jusqu'à la fin du XIXe siècle, on distinguait les caractères hérités par l'individu et ceux qu'il avait acquis lui-même en ce que, contrairement aux seconds, les premiers figuraient déjà chez ses parents. Et ce sont ces caractères *hérités* que l'on qualifiait d'*héréditaires*. On savait qu'un caractère peut disparaître pendant quelques générations et ensuite reparaître ; c'est ce que l'on appelait l'atavisme. Cela compliquait un peu les choses, car ce qui était hérité pouvait ne pas figurer chez les parents mais seulement chez les grands-parents ; l'opposition demeurait cependant entre acquis et *hérité* (des parents, des grands-parents ou de plus loin), et non entre acquis et *héréditaire* (au sens que l'on donne aujourd'hui à ce mot). Une fois mêlés dans un individu, les caractères hérités et les caractères acquis pouvaient être transmis à la descendance, plus ou moins facilement, avec parfois le saut d'une ou deux générations ; les uns et les autres étaient *héritables*, à défaut d'être toujours *hérités*.

Jusqu'à la fin du XIXe siècle l'hérédité des caractères acquis était donc très généralement admise. Mais elle n'était pas singularisée par cette dénomination spécifique car elle n'était pas considérée comme cas particulier d'une hérédité qui, en temps normal, n'aurait concerné que les caractères non-acquis (qui eussent alors été les caractères normalement héréditaires). Elle n'était qu'une conséquence banale des théories en vigueur.

Jusqu'à August Weismann (1834-1914), les explications « scientifiques » de l'hérédité ont été fondées sur le même principe, qui remonte à Hippocrate. D'après celui-ci, les différentes parties du corps émettent des humeurs qui se rassemblent dans les organes génitaux, où elles forment les semences. Celles-ci contiennent ainsi des matériaux issus de tout le corps, des échantillons de ses différentes parties [1]. Elles sont donc susceptibles de former un nouvel être, plus petit, à partir de ses composants élémentaires qui se réorganisent après la fécondation. Si une

---

[1] Hippocrate, *De la génération*, in œuvres complètes, traduction Émile Littré, Paris, Baillière, 1839-1861, tome VII, p. 471 et 475.

partie du corps d'un des parents est modifiée (une mutilation, par exemple), l'humeur qu'elle envoie dans les organes génitaux peut en subir le contrecoup, d'où une altération de la composition de la semence. L'enfant construit avec cette semence altérée sera altéré lui aussi, reproduisant la modification du corps de son géniteur [2]. Une telle théorie expliquait aussi bien ce que nous appelons aujourd'hui l'hérédité des caractères acquis, que l'hérédité des caractères non acquis ; elle ne les différenciait pas.

On retrouve le même principe dans quasiment toutes les théories ultérieures. Au XVIIIe siècle, Maupertuis adapte la thèse hippocratique à la chimie de son temps, qui est une chimie particulaire. Les différentes parties du corps ne fournissent plus une humeur, mais des particules, des molécules organiques, qui vont constituer les semences. Après la fécondation, ces molécules organiques se réassemblent dans un ordre convenable grâce à une sorte de « mémoire de position », et forment ainsi l'enfant [3]. Cela explique l'hérédité des caractères acquis, de la même manière que chez Hippocrate, sans la différencier d'une hérédité des caractères non acquis. Par ailleurs, selon Maupertuis, il se produit parfois des erreurs dans le réassemblage des particules séminales, d'où des variations dans la descendance. L'accumulation de telles variations, surtout lorsqu'elle est guidée par la sélection que pratiquent les éleveurs, finit par créer de nouvelles espèces [4]. Bien qu'il ne l'ait pas cité, Darwin connaissait sans doute les thèses de Maupertuis [5]. On retrouve d'ailleurs son influence dans la théorie de l'hérédité qu'il proposa.

La dernière des grandes théories de l'hérédité, avant celle de Weismann, est en effet due à Darwin et c'est une adaptation de la thèse de Maupertuis à la théorie cellulaire. Au lieu que les différentes parties du corps fournissent des molécules organiques pour former les semences, ce

---

[2] *Ibid.*, p. 485.

[3] Maupertuis, *Vénus physique* (1752), Paris, Aubier-Montaigne, 1980, p. 139-140 ; *Système de la nature* (1756), Paris, Vrin, p. 158.

[4] Maupertuis, *Vénus physique*, op. cit., p. 133-145 ; *Système de la nature*, op. cit., p. 164.

[5] Maupertuis était un auteur important et renommé. A supposer que Darwin ne l'ait jamais lu, il a bien dû, pour le moins, en entendre parler par R. J. Grant qui fut son professeur à Edimbourg en 1826-1827. Celui-ci était en effet partisan d'un transformisme à la Lamarck et, en tant que tel, ne pouvait ignorer la place de Maupertuis dans l'histoire de cette théorie (dans la notice figurant en tête de la deuxième édition de *l'Origine des espèces*, Darwin cite Grant comme « précurseur » du transformisme, en même temps que Buffon, Lamarck, Geoffroy Saint-Hilaire et une vingtaine d'autres auteurs, mais il omet Maupertuis).

sont ses différentes cellules qui envoient des « gemmules » à cette fin ; et ce sont ces gemmules qui s'assemblent, redonnent des cellules et forment le nouvel être [6]. L'idée n'était pas très bonne, car la théorie cellulaire voulait déjà que toute cellule naisse d'une cellule, et non pas d'une gemmule mal définie. Quoi qu'il en soit, c'est ainsi que Darwin expliquait l'hérédité, et notamment l'hérédité des caractères acquis. Car Darwin non seulement admettait celle-ci, mais l'a théorisée. Contrairement à la légende, Lamarck, lui, n'a jamais proposé la moindre théorie de l'hérédité. Il croyait à l'hérédité des caractères acquis comme tout le monde en son temps (il adhérait vraisemblablement à la thèse de Maupertuis plus ou moins modifiée par Buffon), et il s'en est servi dans son évolutionnisme, tout comme Darwin s'en est servi dans le sien. La fameuse hérédité lamarckienne et l'opposition de Lamarck et Darwin à ce sujet sont des légendes nées, à la fin du XIXe siècle, de l'opposition de Weismann et des néo-lamarckiens.

La rupture de la tradition vint en effet de Weismann, dont la conception reste le fondement de la génétique actuelle. Selon Weismann, l'hérédité est portée par une substance, le *plasma germinatif* (l'ancêtre de notre génome). De l'œuf formé par la fusion des cellules germinales parentales, naissent, par scissiparité, de nouvelles cellules germinales (qui forment une lignée distincte) et des cellules somatiques (qui constituent le corps). Les cellules somatiques se différencient car le plasma germinatif est partagé entre elles au fur et à mesure de leurs divisions successives, de sorte que chacune d'elle en contient un fragment différent, qui lui donne des caractères propres, différent de ceux des autres cellules somatiques ayant reçu les autres fragments. Les cellules germinales, elles, conservent, par duplication, le plasma germinatif inchangé et continuent la lignée dont elles sont issues, indépendamment des cellules somatiques. Il s'ensuit que les caractères acquis, touchant les cellules somatiques, ne peuvent être héréditaires. Seuls le sont les caractères inscrits dans le plasma germinatif ; et celui-ci se transmet de génération en génération, *via* les cellules germinales, en ne connaissant comme variations que celles inhérentes à la fécondation, à savoir le mélange de deux « demi-plasmas »

---

[6] Ch. Darwin, *De la variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication*, traduction française par J.-J. Moulinié, Paris, Reinwald, 1868, tome II, p. 398-431. Dans une note de bas de page (p. 399)), Darwin reconnaît que d'autres auteurs ont eu des conceptions comparable, il cite Bonnet et Buffon (dont les théories sont en fait différentes de la sienne, ce qu'il souligne), mais oublie Maupertuis (dont le thèse est exactement parallèle à la sienne).

différents, mâle et femelle (la mutation, encore mal théorisée, est quasi ignorée dans cette conception) [7].

On attribue à Weismann le mérite d'avoir conçu l'hérédité d'une manière structurale, en la faisant dépendre de l'architecture moléculaire du plasma germinatif. C'est exact, même s'il a eu quelques « précurseurs ». On ajoute souvent qu'il a démontré que les caractères acquis n'étaient pas héréditaires. C'est une erreur : il n'a rien démontré de ce genre, et ne l'a jamais prétendu. Lorsqu'on cite la fameuse expérience des souris à qui l'on coupe la queue pendant quelques générations et qui n'engendrent pas moins des souris dotées d'une queue normale, on oublie en général de préciser que Weismann la qualifiait de stupidité (selon lui, chez les peuples qui se coupent le prépuce depuis des millénaires, les enfants ne naissent toujours pas circoncis ; par conséquent, ce n'est pas en coupant la queue d'une demi douzaine de souris pendant trois générations qu'on prouvera quoique ce soit [8]). Weismann jugeait impossible de démontrer expérimentalement la non-hérédité des caractères acquis et, s'il la professait, c'était essentiellement à partir d'arguments théoriques.

Si, en falsifiant ce qu'a écrit Weismann, les généticiens insistent tant sur cette question, c'est parce qu'en dépend la possibilité de concevoir un principe d'hérédité, et donc toute la génétique moderne. En effet, pour passer des faits d'hérédité à une science de l'hérédité, il fallait définir un héréditaire-par-principe et un non-héréditaire-par-principe ; et la solution retenue par Weismann fut de concevoir leur opposition (de principe) sur le modèle de l'opposition (de fait) de l'hérédité et de l'acquis. Dès lors, l'acquis ne fut plus seulement ce qui a été hérité de fait, mais ce qui est héritable par principe (que ce soit ou non hérité de fait) en opposition à un non-héritable par principe (l'acquis). La science de l'hérédité repose sur cette séparation radicale, et c'est pourquoi les généticiens tiennent à la présenter comme un fait démontré plutôt que comme un postulat ou une hypothèse de travail.

La théorie de Weismann a une grande cohérence interne ; cela explique le succès qu'elle connut malgré un support expérimental très faible (ce n'est qu'en 1944 que l'ADN fut reconnu comme le porteur de l'hérédité). Elle n'en a pas moins quelques défauts, dont le plus important

---

[7] A. Weismann, *Essai sur l'hérédité et la sélection naturelle*, traduction de Henry de Varigny, Paris, Reinwald, 1892 ; *The Germ-Plasm, a theory of heredity*, traduction anglaise de W. Newton Parker et Harriet Rönnfeldt, London, Walter Scott Ltd, 1893.

[8] A. Weismann, « La prétendue transmission héréditaire des mutilations », in *Essais sur l'hérédité et la sélection naturelle, op. cit.*, p. 424-426.

est sans doute le moins souvent remarqué : son opposition de l'héréditaire et de l'acquis repose sur une curieuse confusion de la cause et de l'effet ; à savoir, une confusion entre le déterminisme – génétique en proportion variable – du phénotype et ce phénotype lui-même [9].

Il n'existe pas de caractères phénotypiques qui aient un déterminisme uniquement génétique et qui puissent donc être dits purement héréditaires. Et il n'en existe pas non plus qui soient dépourvus de tout déterminisme génétique et puissent donc être dits purement acquis. Les caractères phénotypiques sont déterminés à la fois par des facteurs génétiques et l'action du milieu extérieur. Par conséquent, si l'on peut opposer ces deux déterminismes sur le mode « interne-externe », on ne peut pas opposer, sur le mode « héréditaire-acquis », les caractères phénotypiques qu'ils concourent à produire. La qualification d'héréditaire ne s'applique pleinement qu'au génotype (le plasma germinatif transmis), tandis que l'acquis, lui, n'a évidemment pas d'existence hors du phénotype. Il y a donc un hiatus entre les niveaux de définition de l'héréditaire (génotype seul) et de l'acquis (phénotype seul).

Cet hiatus rend difficile leur opposition (on ne peut opposer que des termes comparables). Weismann chercha à résoudre le problème en posant que ce qu'il appelait « les caractères acquis » ne sont acquis que parce que l'être a une prédisposition héréditaire à les acquérir [10]. La prédisposition fait ainsi la jonction entre l'héréditaire et l'acquis, mais aussi entre le génotype et le phénotype, leur niveaux de définition : la jonction entre l'héréditaire et l'acquis, car, le caractère pour lequel il y a prédisposition étant partiellement héréditaire et partiellement acquis, cette prédisposition se charge de mêler les déterminismes génétiques et externes ; la jonction entre le génotype et le phénotype, car ce mélange se fait dans l'« expression » du génotype en un phénotype. La notion de prédisposition étant très vague et « bipolaire » (héréditaire-acquis), tout caractère phénotypique pourra être dit héréditaire ou acquis, selon qu'on insistera sur l'un ou l'autre « pôle » (les esprits œcuméniques diront que tout caractère phénotypique est à la fois héréditaire et acquis, ce qui est une manière de ne rien dire).

---

[9] Les mots *génotype* (l'ensemble des gènes d'un individu) et *phénotype* (les caractères anatomiques, physiologiques et biochimiques censés être l'expression du génotype en fonction du milieu) n'appartiennent pas à Weismann, ils ont été inventés en 1909 par W. Johannsen, mais on peut les utiliser ici sans faire de contresens.

[10] A. Weismann, « La continuité du plasma germinatif comme base d'une théorie de l'hérédité », in *Essais sur l'hérédité et la sélection naturelle*, *op. cit.*, p. 167-168.

Il s'agit là d'un tour de passe-passe théorique, un paralogisme comme il y en a tant dans l'œuvre de Weismann. Il repose sur le fait que le qualificatif d'*héréditaire* est appliqué aussi bien aux caractères phénotypique qu'à leurs déterminants génétiques (car les uns et les autres appartiennent en propre à l'être vivant dans la mesure où il en a hérité), tandis que le qualificatif d'*acquis* n'est appliqué qu'aux caractères phénotypiques (qui appartiennent en propre à l'être vivant dans la mesure où il les a acquis), mais non à leurs déterminants externes (qui restent extérieurs à l'être vivant et ne peuvent donc dits être acquis par lui). Il est ainsi possible d'amalgamer, sous l'étiquette *héréditaire*, les caractères phénotypiques (l'effet) et ceux de leurs déterminants qui sont génétiques (la cause), tandis que l'étiquette *acquis* ne permet pas l'amalgame entre ces mêmes caractères (l'effet) et ceux de leurs déterminants qui sont externes (la cause). Si elle était équilibrée, la confusion de la cause et de l'effet serait tolérable (comme figure de rhétorique) ; ici elle est bancale, et donc incorrecte.

Les expressions « caractères héréditaires » et « caractères acquis » sont un abus de langage, qu'on pourrait croire anodin, mais qui a permis, et permet encore, toutes sortes de dérives très contestables. Ces expressions n'ont de sens que dans les cas où il y a, sinon un déterminisme purement génétique (respectivement externe), du moins une relation linéaire immédiate entre le phénotype et le génotype (respectivement le milieu extérieur). Or, excepté la séquence primaire des protéines (qui est en relation directe avec les gènes correspondants [11]), ces cas sont très rares. Ils sont quasi inexistants au niveau macroscopique. Si bien que, dans les faits, les notions d'héréditaire et d'acquis sont à peu près inapplicables aux caractères phénotypiques, à qui elles sont pourtant censées s'appliquer. On s'imagine facilement que ce sont des termes concrets (comme sont concrets le génome et le phénotype), voire des données empiriques. En réalité, ce sont des notions abstraites qui ne fonctionnent que dans un cadre théorique bancal les opposants par principe. Dès lors, imaginer une hérédité des caractères acquis est effectivement un non-sens, puisque le cadre théorique où l'héréditaire et l'acquis sont définis repose tout entier sur leur opposition. L'expression « hérédité des caractères acquis » n'a d'ailleurs été inventée que lorsqu'on a posé que ce qu'elle désignait était impossible.

[11] En première approximation, car, chez les eucaryotes, la structure des gènes est si complexe qu'une telle relation directe pourrait être contestée.

Nota Bene : Il ne s'agit pas ici de prétendre à une quelconque « hérédité des caractères acquis », mais de constater que le problème est si mal posé qu'il n'a pratiquement aucun sens.

La nécessité de l'hérédité

L'intérêt de la théorie weismannienne de l'hérédité, et son immense succès, tiennent à ce que, malgré tous les efforts en ce sens, on ne parvenait pas à expliquer l'être vivant, et notamment sa formation, par le seul jeu *actuel* des lois physiques (j'entends par « jeu *actuel* des lois physiques », celui qui, par exemple, construit en un temps relativement court un cristal de sel dans une solution saturée). Pour comprendre l'impossibilité d'une telle explication de l'être vivant, il faut remonter au XVIIe siècle.

Avec les thèses biologiques cartésiennes, les mécanistes s'étaient trouvés confrontés à ce problème : les lois de la mécanique permettent d'imaginer l'être vivant comme un automate, elles expliquent ainsi son fonctionnement, mais pas sa formation. Descartes avait bien esquissé une embryologie, où l'être se construit peu à peu par la seule vertu de la chaleur agitant les particules de semences, qui s'organisent alors d'elles-mêmes en fonction de leurs caractéristiques physiques et forment un nouvel être [12]. Mais ses successeurs mécanistes n'avaient pas retenu cette idée, la simple agitation thermique leur avait semblé insuffisante pour construire quelque-chose d'aussi compliqué que l'être vivant. Comme le microscope venait de révéler les spermatozoïdes et les ovules (ou, plus exactement, ce que l'on prenait pour des ovules), ils avaient résolu le problème en imaginant que l'être vivant était préformé dans un germe (l'ovule ou le spermatozoïde, selon qu'ils étaient ovistes ou animalculistes), de sorte que dès le départ, il était doté de son organisation et qu'il n'avait plus qu'à grandir. En outre, ce petit être préformé possédait des gonades qui contenaient de gamètes, lesquels contenaient des petits êtres préformés, lesquels avaient des gonades, etc. On pouvait ainsi remonter à l'origine du monde où Dieu avait créé tous les êtres vivants tout formés, emboîtés les uns dans les autres comme des poupées russes. Le problème de leur formation était ainsi résolu d'avance. Cette théorie de la préformation et de l'emboîtement des germes sauvait

[12] Descartes, *La description du corps humain*, in *œuvres Complètes*, édition Adam-Tannery, tome XI, Paris, Vrin, 1984, p. 252-286 ; *Premières pensées sur la génération des animaux*, traduit du latin par Victor Cousin, in *œuvres de Descartes*, tome XI, Paris-Strasbourg, Levrault, 1824-1826, p. 379-422.

la théorie de l'animal-machine en même temps que la création divine (car les partisans de l'animal-machine étaient loin d'être des mécréants : un Malebranche les représente bien mieux qu'un La Mettrie), et elle se maintint plus ou moins jusqu'au début du XIXe siècle malgré de nombreuses critiques, notamment celles des vitalistes [13].

Ceux-ci, à cette origine divine, préféraient une origine naturelle pour l'être vivant. A la préformation, ils opposaient une épigenèse où une organisation se construit peu à peu, non par la seule agitation thermique comme le voulait Descartes, mais sous l'action d'un principe vital (qu'il s'appelât force formative, *vis essentialis*, force végétative, ou qu'il n'eût pas de nom). Symétriquement, à une physiologie considérée comme le fonctionnement d'une machine, les vitalistes préféraient une conception où le corps ne « fonctionne » pas, mais où il préserve son organisation en résistant, grâce au principe vital, à la décomposition voulue par les lois physico-chimiques. Dans tous les cas, embryologie ou physiologie, le principe vital était très mal défini. Mais, s'il se superposait aux principes physiques dont il contrariait les effets, il n'en était pas moins « naturel » (sauf chez Stahl où il était assimilé à l'âme). Il y avait ainsi deux sortes de « forces » naturelles, celles de la physique et celles de la vie, et elles s'opposaient au sein de l'être vivant. Rien n'empêchait donc celui-ci d'être l'objet d'une science naturelle, et Bichat, le plus célèbre des vitalistes, prétendit construire une physiologie fondée sur des « propriétés vitales » comme Newton avait construit une physique fondée sur la gravitation. Ces « propriétés vitales » n'étaient ni plus mystérieuses ni moins naturelles que la gravitation, Tout comme celle-ci, elles étaient inconnaissables en elles-mêmes, mais leurs effets étaient observables, ce qui, d'après Bichat, suffisait pour assurer leur existence [14].

Quelle que soit la pertinence de cette référence à Newton, la plupart des vitalistes du XVIIIe siècle étaient partisans d'une explication naturelle de l'être vivant, sans appel à l'intervention divine. Ils étaient

---

[13] La forme paradigmatique des théories de la préformation et de l'emboîtement des germes se trouve chez Malebranche, *La recherche de la vérité* (Livre I, Chapitre VI), in *œuvres I*, édition établie par G. Rodis-Lewis et G. Malbreil, Paris, Gallimard, coll. « La Pléiade », 1979, p. 54-62. Pour une présentation générale des différentes formes de ces théories, voir A. Pichot, *Histoire de la notion de vie*, Paris, Gallimard, coll. TEL, 1993, p. 391-502. Pour une étude approfondie des conceptions de la reproduction de cette époque, voir Jacques Roger, *Les sciences de la vie dans la pensée française du XVIIIe siècle. La génération des animaux de Descartes à l'Encyclopédie*, Paris, Albin Michel, 1993 (3e éd.).

[14] Marie François Xavier Bichat, « Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine », 1801, in *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, et autres textes (présentation et notes par A. Pichot), Paris, GF-Flammarion, 1995, p. 217-238.

scientifiquement modernes (car la modernité était alors la physique de Newton, et non la mécanique cartésienne, vieille d'un siècle et qualifiée de roman philosophique) et philosophiquement « progressistes », proches de l'Encyclopédie, contrairement à une légende qui en fait des représentant d'une biologie spiritualiste et réactionnaire. C'est au XIXe siècle que le vitalisme finissant se teintera de spiritualisme, se rapprochant ainsi de l'animisme de Stahl, pour s'opposer aux conceptions chimiques de l'être vivant (issue des travaux de Lavoisier sur la respiration).

Le XVIIIe siècle se trouvait donc confronté à une double opposition : celle de l'animal-machine et du principe vital, et celle de la préformation et de l'épigenèse. Le problème fut, sinon résolu, du moins éclairci par Lamarck dans une perspective purement mécaniste, mais aussi évolutionniste ; car, on l'oublie trop souvent, c'est de cette question que la théorie de l'évolution tient sa nécessité épistémologique.

Selon Lamarck, les êtres vivants les plus simples (qu'il appelle les *infusoires*) apparaissent par génération spontanée, engendrés par l'agitation thermique dans un milieu adéquat. C'est-à-dire qu'ils se construisent par le seul libre jeu des lois physiques ; leur simplicité d'organisation le leur permet. Le problème de la formation ne se pose donc que pour les êtres ayant une organisation trop complexe pour apparaître ainsi. Pour expliquer ces êtres complexes, il faut les faire dériver des « infusoires ». Ceux-ci engendrent des êtres un peu plus compliqués qu'eux, qui en engendrent d'autres un peu plus compliqués, et ainsi de suite jusqu'à la production d'êtres aussi complexe que les mammifères et l'homme.

Lamarck explique cette complexification par une organisation particulière aux êtres vivants, organisation que nous qualifierions aujourd'hui d'*autocatalytique* (c'est le prototype de tout ce qu'on range dans la rubrique « auto-organisation »). Elle comprend les éléments traditionnels de la biologie mécaniste des XVIIe et XVIIIe siècles : un tissu formant les parties solides, et des fluides mobiles. La nouveauté tient à ce que, pour Lamarck, au lieu de se faire dans les tuyaux déjà en place, le mouvement des fluides organise en partie différenciées le tissu originellement indifférencié. En retour, cette organisation facilite et active le mouvement des fluides ; activation qui accroît l'organisation et la différenciation des parties, et ainsi de suite (à quoi s'ajoute une excitabilité du tissu, qui, chez les animaux, exacerbe le mouvement organisateur). Dès lors qu'une telle organisation circulaire s'est spontanément formée en un premier « infusoire », le processus complexifiant est enclenché et il va se poursuivre à travers les générations

grâce à l'hérédité, et spécialement à ce que nous appelons « hérédité des caractères acquis » – et à quoi Lamarck ne donne pas de nom. Par ailleurs, cette complexification « autocatalytique » des formes vivantes successives, originellement linéaire, se heurte à la diversité des circonstances extérieures, ce qui la fait éclater en diverses branches plus ou moins irrégulières : d'où la diversité des espèces [15].

L'évolution lamarckienne est, pour l'essentiel, un étirement de l'embryologie cartésienne à travers les générations. Dans celle-ci l'agitation thermique organisait les particules séminales en une structure qui se complexifiait peu à peu ; mais cette complexification se limitait à l'individu, elle cessait à l'âge adulte quand les possibilités d'organisation étaient épuisées. Chez Lamarck cette complexification, purement physique, de l'être vivant se renforce d'une organisation particulière (« autocatalytique ») et elle traverse les générations grâce à l'hérédité : les enfants bénéficient de la complexification des parents, qui ont bénéficié de celle des grands parents, etc. L'« hérédité des caractères acquis » est donc indispensable, car elle assure la continuité de la complexification, de l'« infusoire » à l'homme ; mais Lamarck n'en donne aucune théorie ; pour lui, elle va de soi, comme pour tout le monde en son temps. Aujourd'hui, cela nous paraît le point faible de sa thèse, mais c'est sans doute ce qui lui fut le moins reproché par ses contemporains et par les deux générations suivantes (y compris Darwin), qui critiquèrent surtout la complexification et l'adaptation active au milieu qu'elle sous-tendait (ils n'en avaient pas compris le mécanisme, y voyant une sorte de volonté des êtres vivants).

Dans ce système, les premiers « infusoires » sont apparus de manière purement physique, et ils se sont complexifiés et diversifiés de manière purement physique. Lamarck pouvait donc prétendre expliquer les êtres vivants complexes par les seules lois physiques. Il suffit que ces lois soient mises en jeu dans une organisation particulière et sur des périodes très longues (plus longues que la vie d'un seul individu) pour que l'on obtienne des êtres très compliqués.

---

[15] Lamarck, *Philosophie zoologique*, 1809 (présentation et notes par A. Pichot), Paris, GF-Flammarion, 1994. L'ouvrage de Lamarck comporte un défaut de plan qui en a compromis la compréhension : la description de l'organisation propre aux êtres vivants et les principes de la biologie générale lamarckienne sont exposés dans la deuxième partie du livre, bien qu'ils soient indispensables à la compréhension du transformisme exposé, lui, dans la première partie. La lecture de cette seule première partie donne donc une vision erronée du transformisme et, comme la deuxième partie est en général négligée (elle est même parfois omise dans les rééditions), cette vision erronée n'est pas corrigée. D'où une incompréhension générale de l'œuvre de Lamarck, incompréhension qui règne aujourd'hui encore.

C'est cette nécessité d'un temps très long, cet aspect historique, qui permet de donner aux êtres vivants complexes une explication parfaitement naturelle, ne nécessitant ni le recours à Dieu, ni à une force vitale. Les êtres vivants complexes sont le produit d'une très longue histoire, et ils ne peuvent se comprendre selon les lois de la physique qu'en considérant le jeu de ces lois en une organisation particulière tout le long de cette histoire (et pas simplement leur simple jeu *actuel*, comme dans le cas d'un cristal de sel qui se forme en quelques instants dans une solution saturée). C'est à cela que sert l'évolution selon Lamarck : articuler la biologie à la physique, en rattachant les êtres vivants à la nature inanimée par une explication historique. Elle tient donc à une nécessité épistémologique, et non à des preuves paléontologiques, ou autres considérations empiriques de ce genre, qui embarrassaient Lamarck plus qu'elles ne l'aidaient. La nécessité de l'hérédité en découle directement : c'est ce qui assure le continuité physique entre les générations, continuité nécessaire à cette explication historique.

La thèse de Lamarck fut très mal comprise et assez mal reçue en son temps, et guère mieux par la suite. Ainsi, Darwin ne comprit jamais le problème de l'articulation de la physique et de la biologie, et la nécessité épistémologique de l'évolution lui échappa complètement. Il se borna à retourner la théologie naturelle du XVIIIe siècle, notamment celle d'un de ses tenants anglais tardif, William Paley (1743-1805), que l'on présente souvent, de manière totalement abusive, comme représentatif de la biologie pré-darwinienne [16]. La théologie naturelle avait repris une idée

[16] Paley n'était pas biologiste, mais théologien, et il est mort en 1805, avant même la publication de la *Philosophie zoologique* de Lamarck et la naissance de Darwin. Il était certes célèbre dans l'Angleterre de la fin du XVIIIe siècle, mais comme l'abbé Pluche l'avait été cinquante ans plus tôt, et avec le même genre d'idées (l'histoire naturelle mise au service de l'apologétique). Il est curieux qu'on ait pu le considérer comme représentatif de la biologie des années 1850 (voir, par exemple, F. Jacob, *Le jeu des possibles*, Fayard, 1981, p. 31 de l'édition de poche). Cela vient sans doute de ce que Darwin a écrit qu'il l'avait beaucoup admiré dans sa jeunesse (Darwin, *Autobiographie*, trad. J.-M. Goux, Belin, 1985, p. 79). On pouvait soit en conclure que Darwin avait des références intellectuelles un peu désuètes – Paley était déjà qualifié de « tare du siècle » par son compatriote et jeune contemporain Thomas de Quincey (1785-1859) –, soit présenter le fixisme théologique comme caractéristique de la biologie prédarwinienne. Contre toute vraisemblance, on préféra la seconde solution. En réalité, les idées transformistes, apparues au milieu du XVIIIe siècle, étaient déjà assez répandues, et se répandaient de plus en plus depuis la mort de Cuvier (1832) et les *Principes de géologie* de Lyell (1833). Si elles n'étaient pas majoritaires, elles n'avaient rien de bien scandaleux, hormis peut-être pour quelques personnes à la religiosité étroite. Ainsi, le *Dictionnaire Universel d'Histoire Naturelle* dirigé par Charles d'Orbigny (Langlois, Leclercq, Fortin, Masson et Cie, Paris, 1842-1849) – Le grand dictionnaire de ce genre pour le milieu du XIXe siècle – compare, dans son article *Espèce* (tome V, p.428-452), les thèses du fixisme et celles du transformisme, et conclut en

de Galien (IIe siècle après J.C.), selon qui la providence divine fabrique les êtres vivants en les dotant d'organes adaptés à leur fonction. En retournant cette idée, Darwin posa que, dans la lutte pour la vie, la sélection naturelle conserve les êtres vivants les mieux adaptés (ce à quoi il ajoutait une batterie de thèse passablement hétérogènes, dont l'hérédité des caractères acquis, thèse que le darwinisme fit ensuite disparaître).

L'Origine des espèces propose ainsi une diversification adaptative, bien plus que celle d'une évolution (le mot *évolution* n'apparaît que dans la sixième et dernière édition de l'ouvrage [17], et la première publication de la théorie, conjointement à celle de A.R. Wallace, se fit en 1858 sous le titre explicite de *On the tendency of species to form varieties ; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection* [18]). En effet, Darwin voulait rendre compte de l'origine des espèces (le fait qu'il y ait des espèces différentes), leur adaptation à leur milieu et leur diversification en fonction de ce milieu, autrement que par un Dieu qui les auraient créées, diverses et adaptées (son imprégnation par ce schéma théologique était telle que, pour s'y opposer, il ne sut que l'inverser, ce qui

---

faveur de ce dernier (en 1844, soit quinze ans avant *L'origine des espèces* de Darwin). L'article a certes été écrit par un partisan de Lamarck (F. Gérard), mais cela montre qu'il existait de tels biologistes à l'époque, et qu'ils étaient suffisamment pris en considération pour qu'on leur confiât la rédaction d'articles importants dans un dictionnaire tout à fait « institutionnel » (écrit par la fine fleur du Muséum et de l'Institut : Arago, Becquerel, Brongniard, Dumas, Flourens, Geoffroy Saint-Hilaire, Humboldt, Jussieu, etc.) :

« Je ne m'arrêterai pas à réfuter longuement l'opinion des naturalistes qui soutiennent l'éternité des Espèces, et qui voient dans les êtres organisés une création faite d'un seul jet et se perpétuant sans altération depuis près de *six mille ans* : toutes les preuves géologiques sont contre eux, et je ne sais comment ils peuvent, en présence de tant de faits qu'eux-mêmes enregistrent et étudient, soutenir leur opinion. Tout annonce dans les corps vivants, animaux ou végétaux, un modèle primitif varié à l'infini, remanié sous toutes les formes, et s'élevant des plus simples aux plus complexes, conformément à une loi d'évolution si capricieuse en apparence qu'elle échappe à toutes nos tentatives de méthode. » (*op. cit.*, p. 432).

17 Ch. Darwin, *L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle* ou *la lutte pour l'existence dans la nature*, traduction sur l'édition anglaise définitive par Ed. Barbier, Paris, Reinwald, 1882. Le mot *évolution* se trouve p. 270 dans cette édition. Il ne figure pas du tout dans la *Philosophie zoologique* de Lamarck (1809), mais cette absence n'a pas la même portée, car il désignait alors ce que nous appelons développement, tandis qu'il avait déjà son sens actuel à l'époque de Darwin (et même un peu auparavant – cf. la citation du *Dictionnaire Universel d'Histoire Naturelle* (1844) dans la note 16, ci-dessus ; comme quoi l'idée, innommée chez Lamarck, était déjà assez répandue pour s'être annexée un mot).

18 [A propos de la tendance des espèces à former des variétés ; et sur la perpétuation des variétés et des espèces par les moyens naturels de la sélection], *Journal of the Linnean Society (Zool.)*, 3, 1858.

est une manière de la conserver [19]). Mais il n'y a pratiquement pas trace chez lui d'une problématique évolutionniste comparable à celle de Lamarck (il ne comprend ni la nécessité ni le rôle d'une explication historique). Son ouvrage fut cependant lu comme une théorie de l'évolution (à quelques rares exceptions près qui y virent, bien plus justement, une théorie de l'adaptation [20]). Qui plus est, alors que Darwin refusait l'idée d'une complexification systématique des espèces, on fit de cette prétendue « évolution darwinienne » une telle complexification et on la comprit comme un progrès, que l'on expliqua par la sélection naturelle [21].

C'est que l'idée d'évolution était dans l'air, mais manquait d'une théorie convaincante (les mouvements de fluides lamarckiens étaient depuis longtemps désuets dans une biologie qui avait abandonné les modèles hydrauliques pour les approches chimiques). La sélection naturelle, si conforme à l'idéologie de l'époque [le libéralisme économique], sembla la solution cherchée et l'évolutionnisme triompha rapidement sous le nom de darwinisme. L'évolution fut alors interprétée dans le cadre de l'adaptation, et on oublia complètement – à supposer qu'on l'eût connu – le rôle que lui avait donné Lamarck dans l'explication physique des êtres vivants. La nécessité de l'ajout d'une dimension historique au jeu *actuel* des lois physiques ne fut plus comprise. Avec Darwin, et plus encore après lui, la valeur adaptative devint une valeur explicative au détriment de l'explication physique. La question des rapports de la physique et de la biologie, et le rôle qui tient l'évolution, fut gommée au profit du problème de l'adaptation de l'être à son milieu et de sa survie.

L'évolution perdit ainsi sa nécessité épistémologique (elle fut même souvent ramenée à une événement contingent, la contingence étant censée vacciner la biologie contre le finalisme). Elle ne servit plus qu'à

---

19 Darwin l'explique lui-même dans *La descendance de l'homme et la sélection sexuelle*, traduction J.-J. Moulinié, Paris, Reinwald, 1872, tome I, p. 164.

20 Par exemple, un anti-darwinien de l'école de Cuvier, A. de Quatrefages (*Darwin et ses précurseurs français*, Paris, Alcan, 1892, 2e éd., p. 104).

21 Dans sa préface à sa traduction de la première édition de *L'origine des espèces* (1862), Clémence Royer utilise le mot *évolution*, qui ne figure pas dans le livre lui-même. Par ailleurs, elle intitula cette traduction : *De l'origine des espèces, ou Des lois du progrès chez les êtres organisés*, introduisant ainsi l'idée de progrès absente du livre aussi bien que de son titre original (*On the origin of species by means of natural selection, or Preservation of favoured races in the struggle for life*).

rejeter le créationisme [22]. C'est pourquoi, aujourd'hui encore, on réduit le problème à une opposition « évolution-création », en négligeant les autres aspects, pourtant bien plus intéressants. Ce qui a complètement faussé la question de l'hérédité.

Hérédité, histoire et mémoire

Quelque insatisfaisante que soit la théorie de Lamarck en ce qui concerne la mécanique évolutive, elle rend parfaitement compte de la nécessité d'une explication *historique* pour compléter l'explication physico-chimique *actuelle* des êtres vivants ; nécessité que le darwinisme occulta par son utilisation de l'adaptation comme valeur explicative. Elle éclaire aussi le rôle des données héréditaires dans la génétique weismannienne.

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, le vitalisme avait considérablement régressé au profit d'une explication de l'être vivant qui ne voulait avoir recours qu'aux principes physico-chimiques reconnus : Claude Bernard a eu ici un rôle fondamental, même s'il était lui-même resté, paradoxalement et quoi qu'il ait prétendu, à moitié vitaliste.

Depuis la nuit des temps, la vie était caractérisée par la persévérance de l'être vivant dans son être, sans que l'on sache très bien à quoi attribuer cette persévérance (à une âme, à un principe vital, à une organisation donnée par Dieu, etc.). En s'inspirant de Lavoisier (constance régulée de la température chez les homéothermes) [23], Claude Bernard remplaça la persévérance de l'être dans son être par la constance du

---

[22] Pour les besoins de la cause (et grâce à une célèbre remarque de l'évêque d'Oxford, qui ne représentait guère que lui-même et, peut-être, l'église anglicane, mais certainement pas la communauté scientifique), on attribua à Darwin l'idée (qu'on prétend avoir été scandaleuse à la fin du XIXe siècle) d'une origine simiesque de l'homme, idée formulée en 1809 par Lamarck, lequel ne faisait alors que poursuivre logiquement le mouvement amorcé par le très pieux Linné qui n'avait pas hésité, au millieu du XVIIIe siècle et malgré les réticences de l'église (et de certains de ses collègues dont Buffon), a intégrer l'homme dans sa classification des animaux et à le faire voisiner, sinon cousiner, avec les singes dans l'ordre des Primates (*Systema Naturae*, 1758). Darwin, lui, n'a jamais émis la moindre idée de ce genre. Il ne parle pas de l'homme dans *L'origine des espèces* ; il attendit 1871 pour s'y risquer dans *La descendance de l'homme et la sélection sexuelle*, alors que pratiquement tout le monde avait déjà glosé à perdre haleine sur la question. Ce fut pour dire que, tout compte fait, il préférait descendre d'un gentil singe plutôt que de horribles sauvages qu'il avait vu lors de son voyage en Amérique du Sud (*op. cit.*, t. II, p. 426).

[23] Lavoisier et Seguin, *Premier Mémoire sur la respiration des animaux* (1789), in Lavoisier, *Mémoires sur la respiration et la transpiration des animaux*, Paris, Gauthier-Villars, 1920, p. 46-47.

milieu intérieur (qu'ensuite il étendit abusivement en une constante de composition d'une supposée « matière vivante »). La constance du milieu intérieur avait bien des avantages ; elle était mesurable, elle pouvait s'expliquer par des régulations, et elle se prêtait à toutes sortes d'expériences, d'autant plus faciles que les méthodes d'analyse chimique avaient fait de grands progrès au XIXe siècle. C'est là l'apport essentiel de Cl. Bernard, bien plus que la méthode expérimentale (quasiment tous les biologistes du XVIIIe siècle se réclamaient déjà de l'expérience). Il s'agit d'un apport théorique et non pas méthodologique, mais un apport théorique qui prend sa pleine valeur en ce qu'il rend possible toutes sortes d'expériences et en unifie le principe.

Malheureusement, dans cette thèse, l'être vivant ne pouvait qu'être invariable ; il passait son temps à se réparer à rétablir son homéostasie. Par essence, la constance du milieu intérieur est une conception statique, fixiste (même si cette constance résulte elle-même d'une dynamique). C'est pourquoi elle ne peut pas expliquer le développement et la croissance. Par ailleurs, en ramenant la vie au maintien d'une composition chimique, elle rend insoluble la question de la forme de l'être vivant. Aussi, pour compenser ce manque de dynamisme et ce manque de forme, Cl. Bernard devait-il recourir à une force morphogénétique, qui qualifiait de « métaphysique ». Cette force lui permettait d'expliquer à la fois la forme de l'être vivant et son développement : d'après lui, elle se superposait au jeu régulé des lois physiques responsables de l'homéostasie, et modelait la « matière vivante » lors du développement embryologique. Enfin, très conséquent avec lui-même, Cl. Bernard rattachait cette « force » à l'hérédité, en en faisant une sorte d'élan continuant la vie des générations futures [24].

Contrairement à ceux qui se réclament aujourd'hui de lui (et qui occultent cet aspect de sa pensée), Cl. Bernard avait donc compris que, dans sa conception, le seul jeu actuel des lois physiques n'explique pas totalement l'être vivant, mais seulement son fonctionnement en tant qu'automate régulé. Il fallait encore expliquer la construction de l'automate. C'est le problème que les mécanistes de la fin du XVIIe siècle avaient résolus par la préformation. Mais à l'époque de Cl. Bernard, l'embryologie avait depuis longtemps abandonné la préformation pour l'épigenèse ; d'où cette « force morphogénétique métaphysique » propre aux êtres vivants. Cependant, une telle force était, elle aussi, difficilement

[24] Claude Bernard, *Physiologie générale*, Paris, Hachette, 1872, p. 147-148 et *passim* ; *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux* (1878), Paris, Vrin, 1966, p. 330-333 et *passim*.

acceptable dans la seconde moitié du XIXe siècle ; elle sentait trop le vitalisme.

Le modèle bernardien est celui d'un animal-machine régulé et, depuis le XVIIe siècle, l'animal-machine appelle la préformation ; il fallait donc concilier la préformation (inhérente à l'animal-machine) avec l'épigenèse (imposée par les descriptions embryologiques). Ce fut fait par Weismann quelques années après la mort de Cl. Bernard. l'hérédité weismannienne est en effet un programme avant la lettre, or un programme n'est rien d'autre qu'une préformation « digitalisée ». Au lieu que le germe contienne, en réduction, l'être préformé, il contient les instructions commandant sa formation. La « digitalisation » permet de se construire par épigenèse, tout en étant sinon préformé, du moins « pré-écrit » (c'est le sens étymologique de « pro-grammé »). Dieu assurait la préformation, le hasard et la nécessité de l'évolution darwinienne assureront la programmation.

Le coup de génie (conscient ? ce n'est pas sûr à lire ses textes) de Weismann fut en effet de reprendre toute la question dans le cadre de la théorie de l'évolution, en ramenant l'explication *historique* à une explication physico-chimique *actuelle*. Au lieu d'une *force morphogénétique métaphysique* traversant les générations, l'hérédité weismannienne (le plasma germinatif) est une *structure physique* commandant la formation de l'être vivant. Cette hérédité pallie l'insuffisance du seul jeu des lois physiques en lui superposant une structure de commande (ce jeu n'est donc plus libre, comme dans le cas de la formation d'un cristal ; quelque chose lui est ajouté, une structure de commande physique, au lieu d'une force vitale). Et, par ailleurs, elle comporte une dimension historique en ce que cette structure de commande est censée avoir été mise au point par l'évolution des espèces. Mais, à y regarder de près, on s'aperçoit que cette dimension historique est complètement transformée, pour ne pas dire faussée.

En effet, chez Lamarck, l'être vivant était le produit d'une histoire, une histoire continue car la séparation des générations était surmontée par l'« hérédité des caractères acquis ». Weismann, lui, non seulement respecte cette séparation, mais il l'accentue en réduisant la continuité au seul plasma germinatif. Il remplace la dimension historique par une mémoire ; l'histoire est réifiée en une structure physique actuelle (le plasma germinatif, aujourd'hui le génome). L'explication de l'être vivant est ainsi cantonnée à l'intérieur d'une seule génération, et même à l'intérieur d'un seul être. A l'explication par l'évolution (une succession continue de générations, à partir de l'« infusoire » primitif) se substitue

une explication par le développement (une seule génération à partir de l'œuf). Au jeu (mal compris) des lois physiques dans une organisation « autocatalytique » et sur de longues périodes, se substitue leur jeu *actuel* commandé par une hérédité qui a elle-même une forme physique actuelle (une masse matérielle structurée présente dans l'être vivant). L'explication *semble* alors véritablement et totalement physique, conformément à ce que voulait la biologie de la fin du XIX[e] siècle qui ne s'accommodait plus d'une force vitale, et conformément à ce que veut la science moderne.

Toutefois, dans ces conditions, il importe peu que l'hérédité soit une sorte de mémoire (celle de l'évolution des espèces) et conserve ainsi la trace d'une histoire, car elle n'agit que de manière actuelle. Paradoxalement, dans la génétique weismannienne, ce qui caractérise l'hérédité – le rapport au passé, à l'histoire – n'apparaît plus en tant que tel : l'hérédité est une structure de commande, et le fait qu'elle ait été construite par une histoire ne joue pas dans son fonctionnement (c'est pourquoi le génie génétique croit pouvoir court-circuiter l'histoire, individuelle et spécifique, en modifiant le génome). L'hérédité weismannienne rejoint l'« évolution » darwinienne dans son anhistoricité. L'être vivant est tout entier mis au présent. En lui, le passé ne joue plus en tant qu'antécédent (dont le présent est la conséquence), mais seulement dans la mesure où il a été mémorisé dans une structure spéciale (c'est-à-dire rendu présent par et dans cette structure, « représenté ») ; elle a bien du mal à rendre compte du jeu de ses propres lois dans une organisation particulières sur de longues durées (surtout si cette organisation est complexe et « autocatalytique »). La biologie se veut physicienne, mais elle ne peut pas éliminer sa dimension historique que la physique ne sait pas traiter. Elle la met donc au présent grâce à une mémoire, de manière à n'avoir plus à considérer que le jeu actuel (intemporel) des lois physiques.

En bref : l'évolution lamarckienne rendait possible l'explication physique des êtres vivants en y introduisant une dimension historique ; l'hérédité weismannienne ramène cette dimension *historique* à un facteur *actuel* en comprimant l'histoire en une mémoire ; et c'est cette réification de l'histoire sous la forme matérielle d'une mémoire qui donne l'impression que l'explication est alors, et seulement alors, véritablement physique parce que totalement actuelle. Là est le paralogisme.

En effet, d'une côté, on reconnaît que le seul jeu *actuel* des lois physiques ne suffit pas pour expliquer l'être vivant (comme il explique un cristal) ; et c'est pourquoi on lui ajoute une structure de commande qui pallie cette insuffisance. D'un autre côté, on prétend que cette structure de

commande ne fait appel, dans sa nature et son fonctionnement, à rien qui ne soit strictement physique et actuel (et qu'ainsi l'être vivant résulte du seul jeu actuel des lois physiques). Il y a là une contradiction qui est plus ou moins habilement par le recours à la théorie de l'information.

Ce recours est le plus souvent métaphorique : l'hérédité est présentée comme un programme, une information guidant le jeu des lois physiques (*via* des gènes et des enzymes), mais sans que l'on se préoccupe réellement de l'aspect physique de la chose, c'est-à-dire sans donner de valeur thermodynamique à cette information. Dans ces conditions, on peut effectivement admettre la thèse, sinon comme une explication scientifique, du moins comme une métaphore heuristique. En revanche, pour expliquer physiquement l'improbable structure de l'être vivant, sa formation et sa conservation au sein de son milieu, il faudrait attribuer à cette information génétique une valeur néguentropique quelque peu magique. C'est pourquoi la biologie se contente de dire à ce sujet que l'être vivant est physiquement possible (il ne viole pas le second principe de la thermodynamique car c'est un système ouvert). Mais dire qu'une structure est physiquement possible est une chose, l'expliquer physiquement en est une autre ; et on doit bien constater que la structure vivante, sa constitution et sa conservation n'ont toujours pas reçu d'explication physique satisfaisante.

Cela ne signifie pas qu'il soit besoin de recourir à un principe vital, mais simplement que tous les problèmes sont loin d'être résolus, et qu'il n'est pas sûr que le cadre théorique utilisé permette de les résoudre. En radicalisant la discontinuité entre les générations, et en rejetant dans une « hérédité lamarckienne » tout ce qui souligne leur continuité, ce cadre théorique gênerait même plutôt l'explication physique de l'être vivant, car celle-ci nécessite vraisemblablement qu'on reprenne le problème de l'hérédité dans une optique dynamique et non plus seulement structurale (il doit bien exister une voie moyenne entre la perspective purement historique et dynamique de Lamarck et celle, purement structurale et anhistorique, de Weismann). L'hérédité est la continuation d'un mouvement tout autant que la conservation d'un patrimoine : le passé joue dans le présent en tant qu'antécédent et pas seulement en tant qu'il est « représenté » dans une mémoire (tel événement passé a eu lieu et le présent en est la conséquence ; en cela ce présent porte la marque du passé indépendamment de toute « représentation » de celui-ci, de toute mémorisation sous forme codée dans une structure spécifique).

Faute de pouvoir résoudre la question et de le reconnaître, la biologie la contourne selon sa méthode habituelle. Comme pour l'évolution, la

valeur adaptative sert de valeur explicative, et remplace une explication physique qu'on est bien en peine de donner [25]. Faute de comprendre physiquement le rôle de l'hérédité, on ramène celle-ci à une transmission de caractères adaptatifs. Le problème physique que pose l'occurrence de l'être vivant au sein de son milieu (sa formation et sa stabilité) est remplacé par celui de son adaptation et de sa survie, lequel est « résolu » par les caractères adaptatifs hérités (eux-mêmes « expliqués » par le hasard et la nécessité de l'évolution). La survie et l'adaptation, notions finalistes subordonnées à une notion de vie non définie physiquement, se substituent à des théories physiques qu'on ne sait pas utiliser dans un système aussi complexe, mais elles sont loin d'être épistémologiquement équivalentes.

En résulte une prolifération de prétendus caractères phénotypiques « héréditaires » (voir ci-dessus l'impropriété de ce qualificatif appliqué au phénotype). D'une part, parce que c'est un moyen commode d'éliminer tout difficulté que d'inventer de tels caractères (apparus par mutations, et conservés par la sélection naturelle car ils avantagent l'individu). D'autre part parce que, dès lors que la physique est remplacée par la valeur adaptative, on peut invoquer l'hérédité pour des caractères non seulement biologiques, mais aussi psychologiques, intellectuels ou sociaux, car on peut considérer ceux-ci en termes d'adaptation. Ce qui autorise toutes les dérives (on trouve maintenant des gènes de n'importe quoi).

Au XVIIIe siècle, Stahl prétendait que c'était l'âme qui guidait le jeu des lois physiques pour construire le corps et l'empêcher de se corrompre ; les vitalistes prétendaient que c'était un principe vital, naturel certes, mais plutôt mystérieux. Au XIXe siècle, Claude Bernard donnait ce rôle à une « force morphogénétique métaphysique ». Aujourd'hui, on affirme que c'est une information génétique. Apparemment, il y a un progrès ; mais il ne faut pas regarder de trop près l'aspect physique de l'explication, car on s'aperçoit assez vite qu'elle n'est pas moins « magique » que celles en vigueur dans le passé.

L'actuelle notion d'hérédité est complexe, mal définie et passablement « truquée », utilisée tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, à la faveur d'une ambiguïté que les biologistes se gardent bien d'éclaircir. Les multiples polémiques sur l'inné et l'acquis (hérédité des caractères acquis, pathologies héréditaires, hérédité de l'intelligence, des caractères

---

25 C'est en cela que réside aujourd'hui l'intérêt du darwinisme, bien plus que dans son explication de l'évolution qui, à force de replâtrages, ne ressemble plus à rien.

psychologiques, etc.) sont autant de nuages de fumée destinés à masquer l'essentiel : que signifie la notion d'hérédité, à quoi sert-elle et comment fonctionne-t-elle en biologie ? Tant qu'il n'y aura pas de réponses claires à ces questions, les polémiques susdites n'auront aucun sens, et les entreprises comme le génie génétique seront condamnées à rester de simples bricolages (dont le principe ne saurait être validé par quelques réussites techniques obtenues à tâtons).

André Pichot

La génétique est une science sans objet

Article paru dans la revue *Esprit,* mai 2001.

« La longévité, c'est écrit dans les gènes mais pour lire un gène, faut pas être un con. »
« En tout cas, c'est bien pratique, l'ADN. »
Jean-Marie Gourio [26]

LA GÉNÉTIQUE étant à la mode, l'hérédité devient envahissante, non seulement dans les médias, mais aussi en biologie où elle sert d'explication universelle. Reste à savoir ce que sont la génétique et l'hérédité, au-delà de l'opinion commune voulant que l'une soit la science dont l'autre est l'objet.

La génétique comme science des caractères héréditaires

Dans un entretien, un généticien, Axel Kahn, et une philosophe de la biologie, Anne Fagot-Largeault, s'accordent pour voir dans la génétique la science qui étudie la transmission des caractères biologiques héréditaires [27]. Certes. Mais qu'est-ce qu'un caractère héréditaire ? Y a-t-il même des caractères héréditaires chez un être vivant ? La question peut paraître bizarre, tant nous sommes habitués à entendre parler de « caractères héréditaires » et de « caractères acquis ». Cependant, la génétique elle-même veut que tout caractère soit produit par la conjonction d'un déterminisme génétique et d'un déterminisme externe enchevêtrés de manière inextricable. Par conséquent, il n'existe aucun caractère qui soit purement héréditaire, et aucun qui ne le soit nullement.

[26] Jean-Marie Gourio, *Intégrale des brèves de comptoir*, 1998-2000, Paris, J'ai lu, 2000.

[27] A. Fagot-Largeault et A. Kahn, « Biotechnologies et transformation de l'homme », entretien avec D. Rousseau, *Le Temps des savoirs,* n° 2, Paris, Odile Jacob, octobre 2000.

Dire que la génétique est la science des caractères héréditaires n'a aucun sens : tous les caractères sont héréditaires et aucun ne l'est totalement – ou bien, ce qui revient au même, tous les caractères sont acquis, et aucun ne l'est totalement. La quantification en ce domaine étant impossible, il s'ensuit que les expressions « caractères héréditaires » et « caractères acquis » sont des abus de langage (on devrait parler du « déterminisme génétique des caractères » mais, pour cela, il faudrait que celui-ci soit clairement séparable d'un déterminisme non génétique, et qu'on précise pourquoi on le privilégie).

Ces abus de langage, dont la répétition engendre une véritable pollution idéologique, sont entretenus par la difficulté de préciser ce qu'est un caractère. Je ne parle pas ici de la difficulté qu'il y a à « découper » un être vivant en caractères distincts qui seraient des entités naturelles (et pas simplement le produit de l'arbitraire d'un biologiste pratiquant la dissection), mais de l'habitude qu'ont prise les généticiens de distinguer le génotype et le phénotype. Le génotype est l'ensemble des gènes propres à une forme vivante. Quant au phénotype, depuis longtemps déjà (car ce n'est pas le sens originel), il est considéré comme l'ensemble des caractères apparents de l'individu (l'étymologie est le grec *phaino,* paraître, être visible, et *typos,* marque, forme), sans toutefois qu'on ait jamais précisé ce qu'est un caractère apparent : la couleur des yeux et la forme du nez sont sans aucun doute des caractères apparents (et donc phénotypiques), mais peut-on dire que la structure primaire d'une protéine est un caractère apparent (phénotypique) ? La question n'est pas sans intérêt, car si l'on peut relier quasi directement la structure primaire d'une protéine à un déterminisme génétique (et donc dire que cette structure est héréditaire, ou quasiment), la relation est bien moins directe pour la couleur des yeux, et elle est impossible à préciser pour la forme du nez (cette couleur et cette forme sont toutes deux produites à partir de protéines dont la structure primaire est « héréditaire », et d'une multitude d'autres facteurs).

L'expression « caractère héréditaire » résulte donc d'un glissement de sens qui, grâce au flou entourant la notion de phénotype, fait passer de la structure primaire des protéines (directement liée aux gènes) à des caractères biologiques macroscopiques, voire à des caractères psychologiques qui, eux, n'entretiennent avec les gènes que des relations très indirectes et très complexes, et dont le déterminisme comprend toutes sortes de facteurs non génétiques.

Par ailleurs, l'usage que l'on fait aujourd'hui de la notion de phénotype ne correspond pas à sa définition initiale. En effet, cette notion a été

introduite en 1909 par Wilhelm Johannsen (l'un des créateurs de la génétique des populations), et elle était alors une notion statistique : c'était le type apparent moyen d'une population [28]. Peu à peu, ce sens initial s'est effacé et le phénotype en est venu à désigner les caractères apparents d'un individu, sans que quiconque sache exactement pourquoi et comment cela s'est fait (il y a sans doute eu une contamination par les notions de *soma* et de *germen* qu'avait proposées August Weismann à la fin du XIXe siècle).

On a ici un cas tout à fait caractéristique d'une prétendue notion scientifique qui n'a aucune définition stricte, et dont l'usage s'est imposé par l'habitude et la facilité de langage ; une sorte de « concept mou » que son imprécision rend commode et qui sert à masquer le manque de rigueur de la pensée. L'indétermination de la notion de phénotype permet de parler de « caractères héréditaires » et de « caractères acquis » pour tout et n'importe quoi, sans qu'on ressente jamais le besoin de préciser de quoi il s'agit ; ce qui est bien pratique (voir ci-après le rôle qu'ont joué les maladies héréditaires dans ces abus de langage).

La génétique comme science des gènes

On pourrait objecter que, finalement, tout cela importe peu et que, à défaut de caractères héréditaires, on peut toujours se replier sur les gènes qui, eux, sont bien plus concrets et bien mieux définis. La génétique serait alors la science qui étudie les gènes.

Voyons donc l'histoire de cette notion de gène [29]. La première forme à peu près scientifique qu'ont eue les gènes, avant même d'être ainsi nommés, se trouve dans la théorie du plasma germinatif d'August Weismann (où ils s'appellent « biophores ») et dans la théorie de la pangenèse intracellulaire de Hugo De Vries (où ils s'appellent « pangènes [30] »). Dans ces deux théories, les « gènes » sont les particules élémentaires dont est faite la « matière vivante », particules principalement composées de protéines, et surtout particules dont un

---

[28] W. L. Johannsen, *Elemente der Exakten Erblichkeitslehre,* Jena, Fischer, 1909.

[29] A. Pichot, *Histoire de la notion de gène*, op. cit., 1999.

[30] A. Weismann, *Das Keimplasma, eine Theorie der Vererbung,* Jena, Fischer, 1892 (*The Germ-Plasm, a Theory of Heredity,* trad. de W. Newton Parker et H. Rönnfeldt, Londres, Walter Scott Ltd, 1893). H. De Vries, *Intracellulare Pangenesis,* Jena, Fischer, 1889 (*Intracellular Pangenesis,* trad. de C. S. Gager, Chicago, Open Court, 1910. Partiellement traduit en français dans Ch. Lenay, *la Découverte des lois de l'hérédité, une anthologie,* Paris, Presses Pocket, 1990).

échantillon représentatif constitue le matériel héréditaire. Cette théorie particulaire d'une « matière vivante » n'a pas survécu à ses auteurs ; en revanche, la particule (biophore ou pangène) a eu, elle, une longue postérité sous un autre nom : le gène.

Vingt ans plus tard, chez Johannsen qui lui donne en 1909 son nom définitif (une abréviation du « pangène » de De Vries), le gène est devenu une abstraction, une « unité de calcul [31] ». Les théories particulaires de Weismann et de De Vries ayant disparu sans être remplacées, Johannsen a renoncé à toute définition concrète pour le gène, qu'il conserve néanmoins comme unité d'hérédité (c'est possible parce que les méthodes de la génétique des populations – qu'invente Johannsen – sont mathématiques et indifférentes à la nature physique du substrat de l'hérédité).

Quelques années plus tard, en 1915, chez Thomas H. Morgan, le créateur de la génétique formelle, le gène est un *locus,* c'est-à-dire un emplacement sur un chromosome, emplacement dont on ne sait pas ce qu'il contient et qui est essentiellement défini par sa capacité à muter. Le gène retrouve donc, sinon une matérialité, du moins une certaine nature concrète en ce qu'il est localisé sur une carte chromosomique [32].

Trente ans plus tard, en 1944, grâce à Erwin Schrödinger, le gène devient un ordre physique, l'ordre des atomes d'une macromolécule [33] ; ce que, par la suite, on nommera « information » ou « programme ». Soit un retour à une définition abstraite, mais d'une autre manière que chez Johannsen.

Jusqu'ici, la nature physique du gène (quand on lui en accorde une) est inconnue et quand parfois on l'évoque, on pense en général qu'il s'agit d'une protéine (l'hérédité est alors « expliquée » par une sorte d'activité enzymatique).

Un peu plus tard, à la fin des années 1950, après la découverte que l'ADN est le support de l'hérédité [34] et la découverte de sa structure [35], le

[31] W. L. Johannsen, *Elemente der Exakten Erblichkeitslehre*, op. cit.

[32] T. H. Morgan, A. H. Sturtevant, H. J. Muller and C. B. Bridges, *The Mechanism of Mendelian Heredity* (1915), New York-Londres, Johnson Reprint Corporation, 1972.

[33] E. Schrodinger, *Qu'est-ce que la vie ? L'aspect physique de la cellule vivante* (1944), trad. de Léon Keffler, Bruxelles-Genève, Éditions de la Paix, 1951.

[34] 0. T. Avery, C. M. MacLeod et M. McCarty, "Studies on the Chemical Nature of the Substance Inducing Transformation of Pneumococcal Types", *Journal of Experimental Biology and Medicine,* 79, 1944, 137-158.

gène n'est plus lui-même une protéine, c'est un segment d'ADN commandant la synthèse d'une protéine (laquelle joue ensuite comme le faisait le gène lorsqu'on lui accordait une nature protéique). Le gène restera un segment d'ADN jusqu'aux années 1970, où, peu à peu, apparaîtront sa complexité et son caractère morcelé, et où il ne pourra plus être défini que par son produit, en général une protéine [36]. Ce qui équivaut à un abandon de la définition structurale au profit d'une définition fonctionnelle (en supposant qu'il soit encore possible de parler de définition dans ce cas).

Sur un peu plus d'un siècle d'existence, le gène a donc connu cinq définitions radicalement différentes (sans compter celle, annexe, qui en faisait une protéine) ; définitions qui se sont, tant bien que mal, empilées les unes sur les autres plus qu'elles ne se sont remplacées. On pourrait penser que la définition actuelle est la bonne et qu'elle synthétise toutes les autres, mais c'est évidemment ce qu'on a pensé à chaque fois. Par ailleurs, cette dernière définition, par son caractère fonctionnel et non structural, contrevient aux principes fondateurs de la génétique moderne, ce qui pose de sérieux problèmes.

Voici ce qu'écrit aujourd'hui le généticien Michel Morange :

> La seule solution est d'accepter la « triste » réalité : le concept de gène est un concept flou, mal défini, plus exactement multiple. Cette faiblesse de la notion de gène est aussi sa force. Elle permet à cette notion d'être utilisée dans ces acceptions légèrement différentes, et donc par des spécialistes ayant des approches expérimentales et des objectifs différents. La notion de gène peut ainsi circuler, s'enrichissant à l'intérieur de chacun des champs disciplinaires dans lesquels elle est utilisée. Elle est un nœud permettant de faire tenir l'ensemble de la biologie contemporaine. [...] Le gène est une construction historique et sociale, qui n'existe nulle part. Ce qui ne veut pas dire qu'il n'est pas utile. Il faut rendre hommage à Mendel et à ses successeurs, non pas pour leur découverte du gène, mais pour la construction d'une notion si utile, bien que bancale [37].

M. Morange se résigne un peu facilement à la « triste réalité » de la mollesse de la notion de gène (« mou » est préférable à « flou » – voir ci-après). En effet, comme tous les généticiens, M. Morange « oublie » que ce

---

[35] J. D. Watson et F. H. C. Crick, "Molecular Structure of Nucleic Acids", *Nature,* 1953, 171, 737-738; "Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid", *Nature,* 1953,171,964

[36] F. Gros, *les Secrets du gène,* Paris, Odile Jacob-Points-Seuil, nouv. éd. revue et augm., 1991.

[37] M. Morange, « La construction du gène », *Sciences et Avenir,* hors série, mai 2003, p. 69-72. Voir aussi, du même auteur, *la Part des gènes,* Paris, Odile Jacob, 1998.

caractère mou, ou flou, du gène ne s'accorde pas avec sa définition structurale, sur laquelle est fondée la génétique. Celle-ci repose en effet sur le principe de Schrödinger voulant que l'hérédité soit la transmission d'un ordre physique par la transmission d'une substance physiquement ordonnée (ce que Schrödinger associait à un caractère « solide » de la substance porteuse de l'hérédité – c'est pour cela que je préfère « mou » à « flou », car il s'agit bien d'un ramollissement du gène, quasiment au sens physique du terme). Lorsque l'ordre du gène devient de plus en plus vague et sa relation à l'ordre de l'être vivant, de plus en plus incertaine, c'est le fondement même de la génétique qui s'évanouit [38].

Quant à la force que, selon M. Morange, son caractère flou donnerait au gène, elle n'a rien à voir avec la science. Elle provient de ce que le flou permet de tenir tous les discours que l'on veut, et d'accommoder le gène « à toutes les sauces ». La situation est exactement la même que pour le phénotype, dont le caractère mou et flou a pour principal avantage d'autoriser tous les discours sur les caractères héréditaires (y compris les pires – voir ce que la génétique a cautionné dans la première moitié du siècle et qui fait aujourd'hui sa réapparition [39]). Après le caractère phénotypique, c'est maintenant le gène qui perd toute définition rigoureuse. Que reste-t-il alors de l'hérédité dont les généticiens, par médias interposés, nous rebattent les oreilles ?

D'une certaine manière, M. Morange a cependant raison d'écrire que la notion de gène est aujourd'hui « le nœud qui fait tenir l'ensemble de la biologie contemporaine ». C'est sans doute là sa principale utilité et la raison pour laquelle les biologistes s'y accrochent. Reste à savoir ce que vaut une biologie qui ne tient que par une notion qui, au dire de M. Morange, est « une construction historique et sociale [...] bancale ». Même en admettant que la science elle-même soit « une construction historique et sociale » (ce qui serait à discuter sérieusement), on ne voit pas très bien pourquoi elle devrait admettre en son sein des notions « bancales », et encore moins les faire « circuler » entre les disciplines sous prétexte de les enrichir. Il me semble au contraire que la première chose à faire serait leur analyse, et leur correction ou leur élimination, certainement pas leur éloge et leur usage intempestif dans toutes sortes de discours médiatisés à outrance.

Faute de caractères héréditaires bien définissables et de gènes qui le seraient mieux, il ne reste plus qu'à dire que la génétique est une science

---

[38] A. Pichot, « Sur la notion de programme génétique », à paraître dans *Philosophia Scientiœ.*

[39] A. Pichot, *la Société pure,* Paris, Flammarion, 2000 (éd. de poche, coll. Champs, 2001).

sans objet. Cela peut paraître très exagéré (surtout si l'on pense au martelage médiatique) ; cependant, pour peu qu'on examine sa situation de près, c'est tout à fait exact. La génétique n'a pas d'objet, elle a uniquement une fonction. Pour le comprendre, il faut s'intéresser à la notion d'hérédité et essayer de comprendre ce qu'elle recouvre, sans se préoccuper de caractères héréditaires ni de gènes.

L'apparition de la notion d'hérédité

Le mot « hérédité » (du latin *hereditas)* désignait initialement l'ensemble des biens, titres et fonctions laissés par un homme à sa mort (c'était un synonyme d'héritage), et le droit pour ses enfants d'en prendre possession. C'est seulement dans les années 1820 qu'il a acquis, par analogie, un sens biologique : les enfants héritent des caractères biologiques et psychologiques de leurs parents comme ils héritent de leurs biens, titres et fonctions. D'après le *Dictionnaire historique de la langue française Le Robert,* qui ne donne pas de référence précise, la première occurrence du mot « hérédité » dans son acception biologique daterait de 1821. Il faut cependant noter qu'au XVIIIe siècle, certaines maladies et malformations étaient parfois qualifiées d'« héréditaires » (ainsi, en 1762, chez Charles Bonnet qui, comme Maupertuis, a étudié des cas de telles malformations, notamment la polydactylie [40]). Il y avait donc déjà l'idée d'une transmission biologique, mais sans que le concept d'hérédité soit bien individualisé (il est par ailleurs significatif qu'en biologie, le mot « héréditaire » ait d'abord été associé aux maladies – voir ci-après).

Non seulement, le mot « hérédité » n'était pas utilisé dans un sens biologique avant les années 1820, mais il n'existait pas non plus de théories de l'hérédité à proprement parler (sous ce nom ou un autre). Il y avait seulement des théories de la génération (on disait aussi « reproduction » ou « propagation »), lesquelles avaient parfois une composante pouvant correspondre à ce que nous appelons aujourd'hui « hérédité ». Cette composante n'était pas séparée du reste de la théorie et, par conséquent, il n'y avait pas de distinction entre les caractères du point de vue de l'hérédité. Ce qui, aujourd'hui, fait dire faussement que ces théories étaient des théories de l'hérédité des caractères acquis (alors qu'elles étaient des théories de la génération, ne distinguant pas entre les caractères du point de vue de l'hérédité, concept alors inexistant).

---

[40] Ch. Bonnet, *Considérations sur les corps organisés* (1762), Paris, Fayard, 1985, p. 49.

Le mot « hérédité » a eu du mal à s'imposer dans son sens biologique. En 1829, ce sens biologique est ignoré par le *Dictionnaire universel de la langue française* de Pierre Boiste [41]. En 1824, la quatrième édition du *Dictionnaire de médecine* de P.-H. Nysten [42] n'a pas d'entrée « hérédité », et ne connaît « héréditaire » que dans le cas des maladies : « Maladies héréditaires : on appelle ainsi les maladies dont le germe est transmis des pères aux enfants. »

Dans les années 1840, le *Dictionnaire d'histoire naturelle* de Charles d'Orbigny [43] ne possède pas, lui non plus, d'entrée « hérédité ». Son article consacré à la génération (sous le nom de « propagation » ; 77 pages sur deux colonnes) n'a pas recours à cette notion. À la même époque, le *Manuel de physiologie* de Johannes Millier [44] traite de la génération sans dire un mot sur l'hérédité.

Les deux épais volumes du *Traité philosophique et physiologique de l'hérédité naturelle* de Prosper Lucas [45] datent de 1847 et 1850. C'est sans doute le premier ouvrage important consacré à l'hérédité, au sens biologique du terme. Son titre complet est en soi un programme : *Traité philosophique et physiologique de l'hérédité naturelle dans les états de santé et de maladie du système nerveux, avec l'application méthodique des lois de la procréation au traitement général des affections dont elle est le principe, ouvrage où la question est considérée dans ses rapports avec les lois primordiales, les théories de la génération, les causes déterminantes de la sexualité, les modifications acquises de la nature originelle des êtres, et les diverses formes de névropathies et d'aliénation mentale.* Il ne comporte pas de théorie de l'hérédité à proprement parler, mais seulement une approche « phénoméniste » de ce qui est alors considéré comme héréditaire (un peu tout et n'importe quoi). L'hérédité psychologique y occupe une grande place, ainsi que l'hérédité morbide. L'ouvrage est aujourd'hui très oublié (il est difficilement lisible, tant les notions utilisées ont changé de sens depuis son époque) et n'est jamais pris en considération dans les histoires de la génétique (mais il est assez souvent évoqué à propos de l'eugénisme). Il eut en tout cas une certaine

---

[41] P. Boiste, *Dictionnaire universel de la langue française*, Paris, Verdière, 1829.

[42] P.-H. Nysten, *Dictionnaire de médecine,* Paris, Brosson et Chaude, 1824, 4e éd.

[43] Ch. d'Orbigny, *Dictionnaire d'histoire naturelle,* Paris, Langlois, Leclercq, Fortin et Masson, 1842-1849.

[44] J. Millier, *Manuel de physiologie,* trad. A. J. L. Jourdan, Paris, Baillière, 1845.

[45] P. Lucas, *Traité philosophique et physiologique de l'hérédité naturelle,* 2 vol., Paris, Baillière, 1847 et 1850, p. 626 et 936.

réputation en son temps ; ainsi, Darwin s'y réfère, c'est même sa principale référence en matière d'hérédité dans *l'Origine des espèces.*

Malgré ce traité, l'édition de 1863 du *Dictionnaire de la langue française* d'Emile Littré [46] ne donne encore l'acception biologique du mot « hérédité » qu'en cinquième et dernière position (après « Qualité d'héritier », « Droit d'hériter », « Privilège accordé à un office rendu héréditaire », « Biens laissés par une personne à sa mort »). Voici la définition de cette cinquième et dernière acception :

> Terme de physiologie. Condition organique qui fait que les manières d'être corporelles et mentales passent des ascendants aux descendants.

Sont ensuite distinguées diverses sortes d'hérédité maintenant disparues (« hérédité directe, indirecte, en retour et d'évolution »).

C'est seulement dans la seconde moitié du XIXe siècle, et surtout après 1860, que le mot « hérédité » se répand dans son sens biologique. Le concept, lui, devient envahissant. Les théories « scientifiques » de l'hérédité apparaissent et se multiplient à cette époque. On a aujourd'hui oublié jusqu'au nom de leurs auteurs. Qui s'intéresse aux curiosités (et a la patience nécessaire pour les comprendre) trouvera un résumé des principales d'entre elles dans Yves Delage [47], *l'Hérédité et les grands problèmes de la biologie générale.* On remarquera (car ce n'est pas sans importance) que la plupart sont l'œuvre de biologistes qui s'efforcent de construire des théories chimiques de la vie et qui, le plus souvent, ont aussi des préoccupations évolutionnistes (en revanche, les physiologistes, qui étudient la fonction de génération, continuent à ne pas faire grand cas de l'hérédité).

Pourquoi peut-on dire que ces théories sont des théories de l'hérédité, alors que les théories antérieures n'étaient que des théories de la génération (avec parfois des éléments correspondant à ce qu'on appelle aujourd'hui « hérédité ») ? Tout simplement parce qu'en général, ces théories distinguent, peu ou prou, un « organe » de l'hérédité (et pas seulement un organe de la génération), ce qui indique que l'hérédité est alors comprise comme une sorte de fonction physiologique séparée, distincte de la fonction de génération, et qu'on cherche à identifier l'organe censé l'exercer.

---

[46] É. Littré, *Dictionnaire de la langue française*, Paris, Hachette, 1863.

[47] Y. Delage, *l'Hérédité et les grands problèmes de la biologie générale,* Paris, Schleicher, 1909, 2e éd.

Ainsi, c'est en 1866 qu'Ernst Haeckel postule que le noyau de la cellule a la charge de l'hérédité, tandis que le cytoplasme a pour fonction de recevoir les actions externes [48]. C'est en 1876 qu'Oscar Hertwig observe que, lors de la fécondation, il y a fusion des noyaux du spermatozoïde et de l'ovule [49]. C'est à la fin des années 1870 que Gustav Jäger et Moritz Nussbaum distinguent la lignée des cellules germinales et celle des cellules somatiques, et proposent la théorie d'une continuité de la lignée germinale à travers les générations [50]. C'est en 1884 que Karl Wilhelm von Nageli propose un idioplasme, « porteur de l'hérédité », séparé du protoplasme formant la matière de l'être vivant [51]. C'est à la fin des années 1880 que Weismann invente un plasma germinatif (ou *germen)* séparé du reste de l'organisme (ou *soma),* et postule sa continuité à travers les générations [52], etc. (noter que la plupart de ces auteurs sont allemands ou de culture germanique, ce qui n'est pas sans importance – voir ci-après).

Ces travaux sont plus ou moins liés entre eux, plus ou moins spéculatifs et plus ou moins contradictoires. Ainsi, Weismann invente son plasma germinatif parce que la lignée des cellules germinales ne se sépare pas immédiatement de la lignée des cellules somatiques lors du développement embryonnaire (ce qu'il faut compenser en posant un plasma germinatif qui, lui, est bien séparé dès le départ).

Ici encore, règne le plus grand flou, et il est souvent difficile de s'y retrouver. Mais tout cela va dans le sens de la définition d'un organe spécifique de l'hérédité. Au niveau de l'organisme : les cellules germinales, dont la lignée est continue et séparée de celle des cellules somatiques. Au niveau cellulaire : le noyau, puis, de manière plus précise, les chromosomes.

La thèse de Weismann d'une séparation et d'une continuité d'un plasma germinatif sera retenue par la science ultérieure (essentiellement

---

[48] E. Haeckel, *Generelle Morphologie der Organismen, allgemeine Grundzüge der organischen Formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformiste Descendenztheorie,* Berlin, G. Reimer, t. 2, 1866, p. 287-289.

[49] O. Hertwig, « Beitrage zur Kenntniss des Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies », *Morphologisches Jahrbuch,* 1, 1876, p. 347-434.

[50] G. Jàger, « Physiologische Briefe I, II. Jàber Vererbung », *Kosmos,* 1, 1877, p. 17-25 et 306-317 ; « Zur Pangenesis », *Kosmos,* 1878-1879, 4, p. 377-385. M. Nussbaum, « Zur Differenzierung des Geschlechts im Thierreich », *Archivfiir mikroskopische Anatomie,* 18, 1880, p. 1-121.

[51] K.W. Nageli von, *Mechanisch-physiologische Theorie des Abstammungslehre,* München et Leipzig, Oldenbourg, 1884.

[52] A. Weismann, *Das Keimplasma, eine Theorie der Vererbung, op. cit.*

parce qu'elle était la plus claire et la plus simple – et non parce qu'elle bénéficiait d'une quelconque démonstration ou preuve), et c'est d'elle que provient la distinction entre caractères héréditaires et caractères acquis, les uns étant héritables et les autres, non (sur la base de la distinction *germen/soma,* qui contaminera la distinction ultérieure entre génotype et phénotype, voir ci-dessus).

La seule chose qu'on ait retenue de Weismann est d'ailleurs cette séparation et cette continuité du plasma germinatif. Tout le reste de sa théorie (notamment l'aspect particulaire de la « matière vivante ») est complètement oublié, si bien que son plasma germinatif est aujourd'hui compris dans des termes modernes tout à fait anachroniques. C'est là un des points délicats de la génétique : la plupart de ses notions (et pas seulement celle de phénotype) ont été élaborées pendant une époque extrêmement trouble de l'histoire de la biologie, et elles sont elles-mêmes très troubles. Elles ont subi un nombre considérable de réinterprétations, si bien qu'on a fini par oublier sur quoi elles se fondent (en général, sur pas grand-chose). En tout cas, le fait que ce soit la séparation du plasma germinatif qu'on ait retenu indique bien que c'est là le point essentiel de la théorie de Weismann, ce qui en fait une théorie de l'hérédité plutôt qu'une simple théorie de la génération parmi tant d'autres.

De ces multiples théories, naîtra une science. D'abord, sous une forme appliquée ; un nom lui est donné en 1883 par Francis Galton : « eugénique » *(eugenics),* qui signifie, étymologiquement, la science des bonnes naissances [53] (le mot « héréditaire » a d'abord servi pour les maladies, et ce caractère morbide reste sous-jacent à la science de l'hérédité) ; puis, une vingtaine d'années plus tard, sous une forme plus théorique et sous le nom de « génétique » *(genetics),* qui a été proposé en 1905 par William Bateson (je n'ai pas la référence précise) et s'est très vite imposé dans tous les pays.

En résumé, l'hérédité est une notion biologique tardive. Elle est apparue - par une individualisation au sein de la fonction « génération » – à peu près en même temps qu'ont été conçues les théories qui en sont spécifiques (une esquisse après 1820, et une pleine réalisation dans les quarante dernières années du XIXe siècle). C'est donc, pour l'essentiel, une invention de la fin du XIXe siècle. On pense souvent que c'est la génétique qui date de cette époque et que l'hérédité est, elle, une idée vieille comme le monde, comme le sont les grandes fonctions biologiques de nutrition, respiration, génération, etc., qu'Aristote connaissait déjà (ainsi,

[53] F. Galton, *Inquiries into Human Faculty and its Development,* Londres, Dent, 1883.

l'*Encyclopédie internationale des sciences et des techniques* écrit dans son article « Hérédité » : « Cette notion, connue de façon intuitive depuis fort longtemps, fait maintenant l'objet d'une science, la génétique [54] »). Mais, en réalité, l'hérédité a été inventée en même temps que la génétique, l'objet a été créé en même temps que sa science. M. Morange voyait dans le gène « une construction sociale et historique » destinée à expliquer l'hérédité qui serait, elle, une fonction biologique naturelle. En fait, si l'on devait reprendre ses termes (ce que je ne ferais pas sans les avoir amendés), il faudrait dire que c'est l'hérédité qui est « une construction sociale et historique ». Quant au gène, il court derrière elle pour essayer, en vain, d'en rendre compte comme d'une fonction biologique naturelle.

Le caractère second et fabriqué de l'acception biologique du mot « hérédité » est d'ailleurs indiqué par son inadéquation avec l'étymologie. En effet, les mots *hereditas,* hérédité, *heredity, eredita, heredad,* renvoient tous à une racine indo-européenne *ghe-,* indiquant l'idée de privation. L'allemand – *Erbe, Vererbung* – renvoie, de manière plus explicite, à la racine *orbh-,* qui signifie « privé de parents » (d'où vient aussi le grec *orphanos,* orphelin [55]). Étymologiquement, l'héritier, c'est donc celui qui a perdu ses parents : ce qui s'accorde avec le sens économico-juridique d'« hérédité », mais absolument pas avec le sens biologique qui a été greffé sur lui. Le grec, lui, utilise des mots différents selon les acceptions économico-juridiques (entre autres, l'explicite *patricos,* « qui vient du père »). Il connaît la maladie héréditaire sous le nom de *nosema syngenikon,* littéralement : « maladie de parentèle », ce qui est sans doute la dénomination la plus juste.

L'hérédité, pourquoi et comment ?

Pourquoi donc a-t-on « inventé » l'hérédité (et la génétique) ? Qu'était-elle censée expliquer ? Certainement pas, quoi que prétende l'opinion commune, la ressemblance des enfants aux parents, laquelle était connue bien avant le XIXe siècle, et expliquée par des théories de la génération ne recourant à aucune hérédité. En fait, pour répondre à ces questions (je ne m'intéresserai ici qu'aux raisons scientifiques), il faut examiner la date d'apparition du mot (et du concept) et celle à laquelle il se répand. Il apparaît en effet vers 1820 et se répand après 1860. Or, 1809 est la date

[54] R. G. Morvan, P. Auger, M. D. Grmek et M. Cazin (sous la dir. de), *Encyclopédie internationale des sciences et des techniques,* t. 6, Paris, Presses de la Cité, 1971, p. 611.

[55] R. Grandsaignes d'Hauterives, *Dictionnaire des racines des langues indo-européennes*, Paris, Larousse, 1994.

de publication de la *Philosophie zoologique* de Lamarck, et 1859, celle de *l'Origine des espèces* de Darwin. Il y a donc sans doute quelque rapport entre l'idée d'évolution et celle d'hérédité.

Pour comprendre ce rapport, c'est à Lamarck qu'il faut s'adresser, même si, contrairement à ce que veut la légende, il n'a jamais proposé la moindre théorie de l'hérédité (pas même celle des caractères acquis). À quoi sert l'évolution chez Lamarck ? À expliquer l'être vivant par les seules lois physiques, à l'exclusion de tout principe vitaliste ou d'intervention divine.

Selon Lamarck, les êtres vivants les plus simples apparaissent par génération spontanée. C'est-à-dire qu'ils se construisent par le seul libre jeu des lois physiques ; leur simplicité d'organisation le permet. On peut donc les expliquer comme des entités physiques tout à fait « normales », des productions de la nature tout à fait ordinaires. En revanche, on ne peut ainsi expliquer les êtres vivants plus complexes, du fait même de leur complexité qui ne se prête pas à une génération spontanée. On doit donc les faire dériver des êtres les plus simples. Ceux-ci engendrent des êtres un peu plus compliqués qu'eux, qui en engendrent d'autres un peu plus compliqués, et ainsi de suite jusqu'à la production d'êtres aussi complexes que les mammifères et l'homme. Cette complexification progressive est due au jeu des lois physiques dans l'organisation propre aux êtres vivants, organisation qu'on qualifierait aujourd'hui d'« autocatalytique ». De la sorte, Lamarck peut prétendre expliquer les êtres vivants complexes comme étant, eux aussi, des productions de la nature ne nécessitant que les lois de la physique : il faut, pour cela, que ces lois soient mises en jeu, dans une organisation particulière, sur des périodes très longues, dépassant la durée d'une seule génération. Sur ce processus, se greffe l'action du milieu extérieur : la diversité des circonstances externes et leurs variations font éclater en diverses formes la complexification qui, sans cela, serait linéaire. Ce qui explique la multiplicité des espèces. En résumé : l'explication des êtres vivants trop complexes pour apparaître par génération spontanée doit associer une composante historique (l'évolution qui traverse les générations) à la composante physico-chimique (l'organisation et le fonctionnement individuels des êtres actuels [56]).

Ces deux composantes doivent être articulées en une seule explication. Cela nécessite une continuité physique entre les générations, de sorte que

[56] Lamarck, *Philosophie zoologique* (1809), Paris, GF-Flammarion, 1994.

la vie individuelle se prolonge en une évolution des espèces et qu'ainsi, l'explication historique soit une explication physique étirée dans le temps (et l'explication physique actuelle, une continuation de l'explication historique). Soit un « pont » reliant les générations successives. Ce « pont » correspond à ce que, plus tard, on appellera « hérédité » ; mais, chez Lamarck, c'est quelque chose de très vague et imprécis.

En effet, Lamarck n'a pas donné de théorie de l'hérédité (en 1809, le mot lui-même n'est pas encore usité dans son acception biologique) ; il ne semble même pas avoir compris sa nécessité. Il se réfère, de manière implicite (car il ne les nomme pas), à celles des théories de la génération ayant cours en son temps qui rendent compte, entre autres, de ce que nous appelons « hérédité des caractères acquis » (en fait, elles ne distinguent pas les caractères héréditaires et les caractères acquis, faute d'un concept d'hérédité). Ces théories de la génération, dont Lamarck ne donne aucun exemple (il aurait pu citer Maupertuis et Buffon), étaient toutes fondées sur celle d'Hippocrate (on en a compté quatre-vingt-dix versions entre Hippocrate et Darwin, y compris celui-ci qui, contrairement à Lamarck, a bel et bien proposé une théorie de ladite « hérédité des caractères acquis » [57]).

L'hérédité est le point central du lamarckisme, mais un point central qui, chez Lamarck lui-même, est marqué par un vide. C'est ce vide que vont combler, tant bien que mal, le mot et le concept d'hérédité par leur apparition dans les années 1820 (puis leur développement après 1859, mais cette fois dans le cadre du darwinisme). Si, à la fin du XIXe siècle, on a tant parlé d'une « hérédité lamarckienne » (qui n'existe pas chez Lamarck), c'est parce qu'on a bien vu qu'il s'agissait du centre de la théorie, et qu'on a rempli le vide en y projetant anachroniquement une notion d'hérédité élaborée après Lamarck (et largement à partir de sa théorie).

Il est difficile de préciser comment la notion d'hérédité s'est formée. Il n'y a pas eu de conceptualisation chez Lamarck, et il ne semble pas y en avoir eu chez ses partisans ; le relatif insuccès du lamarckisme n'a sans doute pas facilité la réflexion sur le sujet. On peut cependant proposer le schéma suivant.

La notion d'hérédité est liée à la nécessité d'une dimension historique dans l'explication de l'être vivant, et donc à la notion d'évolution. En effet, dans un cadre théorique où les espèces sont fixes, la génération est, du

---

[57] C. Zirkle, "The Early History of the Idea of the Inheritance of Acquired Characters and of Pangenesis", *Transactions of the American Philosophical Society,* N.S. 35, 1946, p. 91-15].

point de vue de l'espèce, une simple reproduction, une quasi-duplication (le mot « reproduction » est utilisé dans son acception biologique depuis le XVIe siècle – il vient sans doute de l'agriculture où « reproduire » signifiait « produire une deuxième fois » –, on le trouve en ce sens chez Olivier de Serres ; sens qui va glisser vers l'idée de duplication). Dans un cadre fixiste, la génération reproduit les géniteurs, voire le type intemporel de l'espèce (chez Aristote, la génération est ce qui pallie la mortalité des individus et permet la conservation de la forme). C'est donc la (re)production du même, une répétition. Une telle génération n'a pas de dimension historique à proprement parler, elle ne crée rien de nouveau ; c'est une succession de duplications, une conservation.

Avec la dimension historique que l'évolutionnisme apporte à la biologie (au moins chez Lamarck), la génération ne peut plus être comprise sur le mode de la reproduction (le retour circulaire du même). Elle va l'être sur celui de la transmission et, éventuellement, de l'accumulation ; ce qui donne une direction, un sens, au processus de génération (voir ci-après pourquoi la transmission s'est imposée dans ce rôle). C'est à partir de cette idée de transmission que la notion d'hérédité va se former.

La reproduction et la transmission ne sont pas simplement des modes différents de la génération ; il y a une dissymétrie entre elles. Ainsi, la transmission n'est pas une reproduction ; mais il peut y avoir une reproduction par transmission, car la transmission caractérise le mécanisme de génération, que cette génération produise le même (reproduction) ou le différent. Par conséquent, la génération-transmission (et l'hérédité qui en sortira) est compatible avec le fixisme tout autant qu'avec l'évolutionnisme, même si elle ne s'impose qu'avec celui-ci.

Par ailleurs, ce que la reproduction reproduit, c'est l'individu (ou la forme), tandis que ce que la transmission transmet, ce n'est pas l'individu (ni la forme – sauf chez Aristote, où c'est l'âme-forme qui est transmise), mais des caractères, un plasma germinatif, des gènes, etc. La transmission tend donc à séparer une « partie » de la génération (et de l'individu) pour lui donner une importance particulière (cette « partie séparée » de la génération sera l'hérédité, et son organe).

Il faut encore nuancer en introduisant la notion de variation. La reproduction, la transmission et la variation entretiennent en effet des relations complexes ; et il peut y avoir une reproduction avec des variations. Ainsi, à la fin du XIXe siècle, il était courant de distinguer les « caractères de race » et les « caractères individuels », du point de vue de l'hérédité. On trouve déjà cette distinction chez Prosper Lucas en 1850, et

il est probable que c'est la reprise d'une problématique préformationniste. Par exemple, au XVIIIe siècle, Bonnet, qui était oviste, écrit :

> Le germe porte l'empreinte originelle de l'espèce, et non celle de l'individualité. C'est en très petit un homme, un cheval, un taureau, etc., mais ce n'est pas un certain homme, un certain cheval, un certain taureau, etc. [58]

Les caractères spécifiques étant ainsi donnés avec le germe préformé dans l'ovule, il ne reste plus qu'à expliquer les caractères individuels, et donc la ressemblance aux parents, par la manière dont ce germe est nourri par la mère, mais aussi par la semence du père, dont c'est ici la fonction.

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, les « caractères de race » étaient toujours transmis par l'hérédité (ce qui assurait donc la « reproduction », la conservation de la forme, ici assimilée à la race). Quant aux « caractères individuels », ils étaient ou n'étaient pas transmis selon les cas, et selon des principes qu'on ne connaissait pas (la conservation de la forme n'excluait donc pas la variation des caractères individuels et leur transmission). Tout dépend alors de la définition (qui n'est jamais donnée) des « caractères de race » et des « caractères individuels », de la manière dont une variation peut transformer ceux-ci en ceux-là, et de la transmission ou la non-transmission de cette variation. Il y a un jeu entre ces différentes notions, et tout se joue sur de petits glissements de sens qui peuvent faire passer de la génération-reproduction à la génération-transmission, et de la génération-transmission à l'évolution.

Reste à comprendre pourquoi l'idée d'une transmission s'est imposée lorsqu'il a fallu donner à la génération la dimension historique qui manquait à la reproduction. Ici, les maladies et malformations héréditaires ont sans doute joué un rôle important.

Dans le cadre du fixisme et de la génération-reproduction, il faut accorder une place particulière aux maladies et malformations qui, avant Lamarck, sont déjà qualifiées d'héréditaires (et donc déjà considérées comme transmises des parents aux enfants). En effet, ces maladies et malformations perturbent le schème spécifique qu'il s'agit de reproduire. Elles sont ainsi singularisées dans le processus de génération. Le type général est reproduit, mais la perturbation est transmise plus encore qu'elle n'est reproduite, car elle joue comme une marque que l'on peut suivre, une estampille qui caractérise une lignée et indique sa continuité. Elle trace une ligne verticale traversant les couches horizontales que sont les générations successives, une ligne qui donne le fil de l'histoire. C'est

[58] Ch. Bonnet, *Considérations sur les corps organisés, op. cit.,* p. 441.

certes une histoire qui transmet et conserve (la maladie ou malformation), plus qu'elle ne crée du nouveau : une histoire qui ne peut donc pas servir d'explication à la Lamarck, mais qui peut tout de même servir de support à cette explication en indiquant une ligne directrice.

On objectera qu'un caractère « normal » pourrait également jouer ce rôle d'estampille permettant de suivre une lignée à travers les générations, et donc être, lui aussi, qualifié d'« héréditaire ». Ce serait oublier que, si les enfants ressemblent aux parents indépendamment de toute maladie ou malformation, ces ressemblances sont toujours vagues et se diluent très vite au fil des générations ; on ne peut donc pas les suivre très longtemps. Même les caractères apparemment les mieux définis, comme la couleur des cheveux ou des yeux, sont trop incertains et variables (parfois dans le même individu). En outre, ils sont trop répandus dans la population pour caractériser une lignée particulière à travers les multiples croisements (dans une conception naïve, un individu peut avoir hérité ses yeux bleus de son père, de sa grand-mère maternelle, d'un de ses quatre arrière-grands-pères, ou de n'importe lequel de ses ancêtres ayant eu les yeux bleus ; en revanche, son hémophilie proviendra à coup sûr de celui de ses ancêtres qui était hémophile). Dans le cadre de la normalité, seules conviendraient comme estampilles les caractéristiques physiques très marquées, comme le prognathisme des Habsbourg dont on suit la transmission sur les portraits ; mais ce sont déjà des quasi-malformations.

C'est parce qu'on les voit à travers les schémas théoriques de la génétique (schémas construits par Morgan à partir de mutations pathogènes et tératogènes de la drosophile) qu'on s'imagine que les caractères phénotypiques « normaux » auraient pu servir d'estampilles marquant les lignées. Mais, en fait, d'un point de vue pratique, seules les maladies et malformations pouvaient jouer ce rôle. Le fait que ces maladies et malformations (déjà étudiées au XVIIIe siècle par Maupertuis et Bonnet) aient été les premiers caractères biologiques à être qualifiés d'héréditaires laisse penser que c'est bien la voie qui a été suivie. Pour ce qui concerne ce qualificatif d'« héréditaire » et l'analogie qu'il présuppose, on notera qu'au XVIIIe siècle, le *Dictionnaire des synonymes* de Condillac précise, pour « hériter » : « On dit figurément *hériter* des vertus, des vices de ses pères » [59] ; on ajoutera les maladies et malformations de ceux-ci, en y voyant une sorte de « vices corporels ».

[59] Condillac, *Dictionnaire des synonymes,* dans *Œuvres philosophiques,* vol. 3, Paris, PUF, 1951.

Il est probable que l'exemple de la transmission de ces maladies et malformations déjà qualifiées d'« héréditaires » a tiré l'explication historique lamarckienne vers l'hérédité (au sens économico-juridique du terme), avec une transmission de caractères biologiques sur le modèle de la transmission des biens (un « patrimoine héréditaire », comme il y a des fortunes familiales). Et que ce modèle économico-juridique a, à son tour, tiré l'explication historique vers l'idée d'une accumulation progressive des caractères biologiques (au détriment du processus de complexification « autocatalytique », qui tend à disparaître dans les interprétations du lamarckisme). À la fin du XIXe siècle, quand les caractères biologiques ne seront plus tous considérés comme également transmissibles, on parlera de ce processus cumulatif comme d'une « hérédité des caractères acquis » ; mais en fait, il s'agit de l'hérédité « tout court », c'est-à-dire de l'hérédité dans sa forme originelle, telle qu'elle a été conçue sur le modèle de l'hérédité économico-juridique et telle que comprise jusque dans les années 1890. L'hérédité non cumulative – celle que nous connaissons aujourd'hui est une forme dérivée de cette hérédité originelle, une forme qui revient à une génération conçue comme une reproduction, et qui s'éloigne donc de ce qui était justement caractéristique de l'hérédité originelle (à savoir l'introduction d'une dimension historique dans ce qui n'était qu'une reproduction).

On doit ici faire une petite digression sur la question suivante : une maladie peut-elle être qualifiée de caractère biologique ? *A priori,* il semble que non : une maladie n'est pas un caractère biologique, c'est l'altération d'un (ou plusieurs) caractère(s) biologique(s). Par conséquent, l'hérédité d'une maladie n'est pas l'hérédité d'un caractère, mais l'hérédité d'une altération d'un caractère (lequel a un déterminisme bien plus vaste, comprenant divers facteurs génétiques et non génétiques). Cela signifie que, si la maladie, en tant qu'altération d'un caractère, est bien héréditaire, le caractère qu'elle altère n'est pas, lui, à proprement parler héréditaire, puisque son déterminisme n'est pas réductible à celui de son altération et comprend toutes sortes de facteurs différents (comme on l'a dit ci-dessus, il n'existe pas de caractères véritablement héréditaires, hormis la structure primaire des protéines – et encore, cette dernière hérédité n'est plus aujourd'hui aussi stricte qu'elle l'était encore il y a quelques années). Le fait qu'une transmission de caractères biologiques ait été imaginée à partir de l'exemple de la transmission des maladies introduisait donc, dès le départ, un vice conceptuel dans la notion d'hérédité.

On retrouve ce problème dans les années 1910-1920, quand Morgan élabore les principes de la génétique moderne à partir de mutations de la

drosophile. Ces mutations (naturelles ou provoquées par des agents comme les rayons X) entraînaient diverses malformations et maladies héréditaires chez cet insecte. C'est donc, là encore, l'hérédité de malformations et de maladies qui a servi de modèle pour l'hérédité des caractères biologiques. Prenons, par exemple, le cas de la mutation qui donne des yeux blancs à la drosophile (qui a normalement des yeux rougeâtres). Cette mutation n'a pas ce seul effet, elle diminue l'activité de l'animal et réduit sa durée de vie. Cela signifie qu'elle perturbe de nombreux processus physiologiques et qu'elle est à l'origine d'une maladie héréditaire, dont l'un des symptômes est la couleur blanche des yeux. La génétique de Morgan retient ce seul symptôme, parce que c'est le plus évident et le plus facile à observer, et elle étudie sa transmission. Elle fait donc comme si elle étudiait l'hérédité du caractère « yeux blancs » (ou du caractère « couleur des yeux »), alors qu'en réalité, elle étudie l'hérédité d'une mutation qui provoque une maladie dont l'un des symptômes les plus évidents est la possession de yeux blancs au lieu de yeux rougeâtres ; c'est-à-dire l'hérédité d'une altération d'un caractère (parmi d'autres altérations), et non l'hérédité de ce caractère.

On ne peut ici développer cette question complexe des rapports de l'hérédité et de la pathologie, mais ces quelques remarques suffisent à faire pressentir que ces rapports sont à l'origine de bien des difficultés théoriques. Elles éclairent l'obsession qu'a longtemps eue la génétique pour l'hérédité morbide, avec ses conséquences eugénistes. Elles expliquent aussi pourquoi aujourd'hui les maladies héréditaires sont l'objet d'un battage médiatique sans aucune commune mesure avec la fréquence de leur occurrence, ni avec la dimension du problème de santé publique qu'elles constituent : quand on ne sait plus ce qu'est un caractère héréditaire, ni ce qu'est un gène, il ne reste plus que les maladies génétiques à quoi se raccrocher, aussi rares soient-elles.

Mais revenons à la question de savoir comment la transmission (puis l'hérédité) s'est imposée dans les théories de la génération. Aux exemples de maladies et malformations héréditaires, il faut ajouter le fait suivant. La première moitié du XIXe siècle a vu régresser et disparaître les conceptions vitalistes et les théories préformationnistes si bien qu'en matière de génération, seules sont restées en lice les théories dérivées d'Hippocrate, c'est-à-dire des théories où la reproduction se faisait sur le mode de la transmission (chez Hippocrate, c'était la transmission d'un échantillon représentatif des humeurs du corps ; chez Weismann, ce sera la transmission d'un échantillon représentatif de ses biophores – la nouveauté sera la séparation et la continuité de cet échantillon qui devient ainsi un plasma germinatif, organe spécialisé de l'hérédité).

Indépendamment de l'évolutionnisme, la transmission se trouvait ainsi bien placée pour devenir l'explication de la génération, du simple fait de la disparition progressive des autres théories.

Même si l'hérédité n'est apparue qu'après Lamarck et qu'elle ne s'est vraiment développée qu'après Darwin, elle possède donc une certaine autonomie vis-à-vis de l'évolutionnisme (ainsi, Prosper Lucas est fixiste). La distinction précédemment évoquée entre les « caractères de race » (toujours transmis) et les « caractères individuels » (dont la transmission est variable) permettait de concilier l'hérédité (y compris celle des caractères acquis) avec le fixisme. Si l'on se rappelle que le lamarckisme repose sur l'idée d'une continuité entre les formes vivantes, on peut même considérer que cette distinction entre les caractères vise à sortir l'hérédité de son cadre évolutionniste d'origine pour en faire une explication de la reproduction dans un cadre fixiste (ainsi, l'ouvrage de Prosper Lucas contient une critique du lamarckisme). Notons enfin qu'au lieu d'être purement et simplement éliminée comme dans le fixisme, la dimension historique, propre à l'hérédité originelle, peut aussi être inversée : une dégénérescence au lieu d'une évolution (ce sera le cas dans les théories eugénistes, qui vont se répandre à partir des années 1880 et dureront jusqu'aux années 1950).

Tout cela est évidemment spéculatif car personne ne sait exactement comment s'est formée la notion d'hérédité biologique (sans doute à partir des années 1820, mais cela a dû prendre un certain temps – voir ci-après la période darwinienne). En fait, personne ne s'interroge à ce sujet car tout le monde semble penser que l'hérédité est une notion évidente, qui existe depuis toujours. En tout cas, ce qui est sûr, c'est que cette hérédité n'a jamais été vraiment conceptualisée, ni même définie ; ce fut une construction du sens commun, une analogie économico-juridique, que l'on a peu à peu considérée comme une sorte de fonction physiologique naturelle, « allant de soi » au même titre que la génération, la nutrition ou la respiration.

La théorie de Lamarck eut assez peu de succès. En revanche, cinquante ans plus tard, celle de Darwin en eut beaucoup. L'hérédité (et l'évolution) ne fit donc que balbutier après Lamarck, et connut un grand succès après Darwin. D'où le développement des théories afférentes après 1859.

Dans *l'Origine des espèces,* les mots « hérédité, héréditaire » apparaissent brièvement dans leur acception biologique de « transmission de caractères ». Darwin connaît donc cette notion, il se réfère même au traité de Prosper Lucas à ce sujet. Il donne comme exemple les « cas

d'albinisme, de peau épineuse, de peau velue, etc., héréditaires chez plusieurs membres d'une même famille », et écrit ensuite :

> Or, si des déviations rares et extraordinaires peuvent réellement se transmettre par hérédité, à plus forte raison on peut soutenir que des déviations moins extraordinaires et plus communes peuvent également se transmettre. [60]

La maladie et la malformation sont donc encore les archétypes des caractères héréditaires (ou, ici, l'archétype des variations héréditaires de ces caractères – dans le darwinisme, l'hérédité des variations importe beaucoup plus que celle des caractères ; voir ci-dessus nos remarques sur la génétique de Morgan).

Toutefois, Darwin ne donne pas de théorie de l'hérédité dans *l'Origine des espèces.* Il y écrit même que les lois de l'hérédité sont inconnues [61]. Il ne proposera une telle théorie que quelques années plus tard (c'est son « hypothèse de la pangenèse », qui est d'ailleurs une théorie de la génération – inspirée de celle d'Hippocrate *via* Maupertuis – plutôt qu'une théorie de l'hérédité à proprement parler [62]).

Le développement darwinien et postdarwinien de la notion d'hérédité va alors se faire sans que la conceptualisation soit affinée, et avec les complications suivantes qui ont fini par tout embrouiller.

Tout d'abord, Darwin n'a jamais compris le rôle que Lamarck avait donné à l'évolution. Son ouvrage est intitulé *l'Origine des espèces,* et il cherche effectivement à expliquer cette *origine* (le fait qu'il y a des espèces différentes et adaptées à leur milieu) autrement que par les principes de la théologie naturelle (une création par un Dieu omniscient et omnipotent [63]). La nécessité d'une explication historique, comme complément de l'explication physico-chimique actuelle de l'être vivant, lui a complètement échappé (à l'époque de Lamarck, l'existence du vitalisme rendait ce problème bien plus aigu et bien plus sensible).

Cette nécessité épistémologique de l'évolution échappa également à l'une des branches du darwinisme (qu'on qualifiera d'anglo-saxonne) qui, en cela, a poursuivi la démarche de Darwin. En revanche, en Allemagne où,

---

[60] Ch. Darwin, *l'Origine des espèces,* trad. de la Ire éd. par D. Becquemont d'après Éd. Barbier, Paris, GF-Flammarion, 1992, p. 58.

[61] Ch. Darwin, *l'Origine des espèces, op. cit.,* p. 57.

[62] Ch. Darwin*, De la variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication,* t. II, trad. fr. par J.-J. Moulinié, Paris, Reinwald, 1868, p. 398-431.

[63] Voir à ce sujet A. Pichot. « Hérédité et évolution », *Esprit,* juin 1996, p. 7-25.

en raison du développement de la chimie comme spécialité nationale (notamment la chimie organique, sous l'impulsion de Justus von Liebig), il y avait au XIXe siècle une importante tradition de l'analyse chimique de l'être vivant, la question de l'articulation de l'explication historique et de l'explication physico-chimique fut sans doute mieux perçue. C'est vraisemblablement pourquoi les théories de l'hérédité s'y sont multipliées dans la seconde moitié du XIXe siècle (peut-être plus dans le prolongement de la tradition chimique allemande que dans la claire perception de la nécessité épistémologique précédemment évoquée – les théories particulaires de la « matière vivante », qui sont la base des premières théories dé l'hérédité, sont d'ailleurs directement inspirées de la chimie de l'époque).

Ainsi, le principal représentant du darwinisme allemand, Ernst Haeckel, associait les thèses de Lamarck et de Darwin (celui-ci croyant tout autant que celui-là à ce que nous appelons « hérédité des caractères acquis », cela ne posait pas de problèmes), et il s'était fait le champion d'un matérialisme biologique liant étroitement l'explication physico-chimique et l'évolution (qu'il devait donc bien percevoir comme complémentaires et articulées). C'est de Haeckel que vient la tradition d'une biologie à la fois évolutionniste et matérialiste (plus que de Darwin lui-même, qui a toujours entretenu le flou et l'indécision sur ce genre de questions).

Voici ce qu'écrit Haeckel sur l'hérédité en 1868 (les italiques sont de lui) :

> On peut dire, d'une manière générale, que l'hérédité est caractérisée par la continuité matérielle, par l'identité matérielle partielle de l'organisme générateur et de l'organisme procréé, de l'enfant et des parents. Par le fait de tout acte reproducteur, une certaine quantité du protoplasme ou de la matière albuminoïde des parents est transmise à l'enfant, et avec ce protoplasme *le mode individuel spécial du mouvement moléculaire* est simultanément transmis. [...] D'autre part, l'adaptation ou la variation est simplement le résultat des influences matérielles subies par la matière constituante de l'organisme sous l'influence du milieu matériel ambiant [...]. Dans chaque acte d'adaptation, le mouvement moléculaire spécial à l'individu est troublé ou modifié, soit dans la totalité de l'individu, soit dans une de ses parties, par des influences mécaniques, physiques ou chimiques. Par là, les mouvements vitaux du plasma, ceux qui sont innés, hérités, c'est-à-dire les mouvements moléculaires des plus petites particules albuminoïdes, sont plus ou moins changés. [64]

[64] E. Haeckel, *Histoire de la création des êtres organisés d'après les lois naturelles* (1868), trad. Ch. Létourneau, Paris, Reinwald, 1874, p. 142-143.

Et ces changements peuvent être transmis à la descendance car, chez Haeckel, l'hérédité est à la fois « conservatrice » et « progressive », elle conserve et accumule les acquis, et elle les transmet.

Un peu plus tard, vers la fin des années 1880, la question de l'articulation de la physique et de l'histoire est mentionnée explicitement (quoiqu'assez brièvement) dans les deux principales théories de l'hérédité de la fin du XIXe siècle, celle de la pangenèse intracellulaire de De Vries (qui était hollandais, mais écrivait en allemand), et celle du plasma germinatif de Weismann (toutefois, Weismann, qui commente De Vries à ce sujet, en minimise l'importance [65]). Cela signifie, en tout cas, que cette question est encore comprise, même si elle tend à s'effacer.

Par la suite, elle va complètement disparaître (y compris chez ces deux auteurs), et l'hérédité ne sera plus qu'une modalité de la génération. Les raisons en sont multiples. La principale est sans doute, outre l'incompréhension du problème chez de nombreux darwiniens, le fait que la génération va de nouveau être assimilée à une reproduction, à la fois en raison de la suppression, par Weismann, de l'hérédité des caractères acquis (cette suppression était, contrairement à ce qu'affirment aujourd'hui les biologistes, une position purement théorique – et cela au dire même de Weismann), et en raison de la théorie de la mutation de De Vries, théorie dans laquelle la variation est juste un accident perturbant une reproduction par ailleurs conservatrice (et théorie qui, significativement, s'accompagne chez son auteur d'une conception quasi typologique de l'espèce).

À cela, il faut ajouter qu'avec la disparition des théories particulaires de la « matière vivante » (pangènes de De Vries et biophores de Weismann) au début du XXe siècle, et avec le règne de la génétique formelle et de la génétique des populations qui s'ensuit, c'est toute la dimension physique de l'hérédité qui est éclipsée ; et cela, pratiquement jusqu'aux travaux d'Avery sur l'ADN (en 1944). Le rôle de l'hérédité dans l'articulation de la physique et de l'histoire est alors définitivement oublié. L'hérédité est désormais réduite à la transmission conservatrice de caractères, ou à la transmission de gènes censés commander ces caractères. C'est encore ainsi qu'elle est définie aujourd'hui (voir ci-dessus les faiblesses de cette définition).

En résumé, l'hérédité est née de la nécessité, dans le lamarckisme, d'articuler une explication historique à l'explication physique de l'être

---

[65] H. De Vries, *Intracellular Pangenesis, op. cit., p.* 39-43 ; A. Weismann, *The Germ-Plasm, op. cit., p.* 39 et 47.

vivant, soit à la nécessité de passer d'une génération anhistorique reproduisant la même forme à une génération intégrée dans un processus historique d'évolution des formes. Ce qui a été compris, par analogie avec l'hérédité économico-juridique, comme une transmission de caractères biologiques des parents aux enfants (les maladies héréditaires servant d'exemples, et la génération hippocratique fournissant un mécanisme possible). Tout cela, sans qu'il y ait eu la moindre conceptualisation.

L'articulation des explications physique et historique a alors été réifiée en un processus biologique : l'hérédité-transmission-de-caractères a d'abord été une manière de comprendre la génération de sorte qu'elle soit compatible avec l'évolution (là où il n'y avait autrefois qu'une reproduction), puis c'est devenu un processus biologique en soi (quelque difficulté qu'il y ait eu à définir les caractères transmis). Cette hérédité-transmission-de-caractères, purement analogique et non conceptualisée, a ainsi pris son indépendance, s'est libérée de son cadre initial (l'articulation des deux explications biologiques) et s'est transformée, notamment avec l'irruption du darwinisme. On en est ainsi venu à la considérer comme un processus biologique (au même titre que la génération), un processus nécessitant une explication comme n'importe quel autre (alors qu'à l'origine, elle était elle-même une notion explicative, une manière d'expliquer la génération). Et on lui a trouvé des lois (en 1866, chez Mendel, qui n'utilise pas le mot – et à peine la notion – d'hérédité, ce sont simplement des lois d'hybridation).

Finalement, cette hérédité-transmission-de-caractères a été expliquée par la transmission de gènes commandant lesdits caractères, sans toutefois qu'on n'ait jamais exactement défini ce qu'est un caractère héréditaire (exemple type d'une notion faussement évidente), ni ce qu'est un gène (là, il y aurait plutôt trop de définitions).

Quand on examine de près sa genèse, on voit donc que l'hérédité n'est pas à proprement parler une fonction physiologique (comme la génération ou la nutrition). Mais il est très difficile de dire ce qu'elle peut bien être, et d'expliciter son statut épistémologique. C'est un « objet biologique non identifié », un « OBNI » : tantôt une manière d'expliquer la génération, tantôt un processus biologique à expliquer, tantôt les deux à la fois.

La fonction, la forme et le développement de la génétique

Faute d'un objet bien identifié, la génétique a une fonction, et c'est cette fonction qui explique son importance, sa forme et son développement. L'être vivant ayant besoin de deux explications complémentaires, l'une physique (physiologie et biochimie) et l'autre historique (évolutionnisme), il faut réunir ces deux explications en une seule, les unifier. C'est la fonction de la génétique. Et pour exercer cette fonction unificatrice, la génétique va utiliser la notion d'hérédité (qu'en même temps elle prétend étudier comme s'il s'agissait d'un objet biologique).

C'est ce que veut dire M. Morange (citation ci-dessus) lorsqu'il écrit que le gène est « le nœud qui fait tenir l'ensemble de la biologie contemporaine ». En réalité, ce n'est pas le gène, mais la génétique qui fait tenir ensemble les diverses explications biologiques. L'expression de M. Morange est toutefois éclairante, car elle sous-entend que le gène (comme l'hérédité) n'est pas vraiment un objet biologique à étudier (comme la circulation sanguine, la synthèse des protéines, ou l'ADN), mais que c'est une notion explicative construite pour articuler entre elles les différentes composantes de la biologie (bien plus que pour expliquer la ressemblance des enfants aux parents, la transmission de caractères, ou autres choses de ce genre).

Par sa fonction, la génétique occupe une position centrale, voire dominante, en biologie. Son ambition est d'ailleurs explicite dans le nom de « théorie synthétique » que l'on donne, depuis la fin des années 1930, à une sorte d'alliance entre disciplines biologiques visant à une explication totale de l'être vivant sous l'autorité de la génétique (ou sous celle des généticiens qui l'ont proposée). Cette position dominante est cependant un peu illusoire car, faute d'un objet bien défini qu'elle devrait expliquer, la génétique s'est construite en fonction des disciplines qu'il lui fallait articuler, et elle a calqué son développement sur le leur. À chacune des étapes de ce développement, les théories de l'hérédité qu'elle a proposées ont été conditionnées par les explications physique et historique alors en vigueur en biologie, bien plus que par la nature de son objet supposé. Cette dépendance est d'abord sensible dans la forme même de la génétique. Celle-ci est en effet scindée en deux principales disciplines, chacune rattachée à l'une des deux branches de l'explication biologique.

D'un côté, il y a la génétique physiologique (aujourd'hui représentée par la génétique moléculaire), qui étudie le mécanisme physico-chimique

de la transmission des caractères par des gènes. Cette génétique, qui penche vers la biochimie et les disciplines apparentées, se rattache à l'explication physique de l'être vivant.

De l'autre côté, il y a la génétique des populations, qui se préoccupe peu de la nature physique de l'hérédité, mais étudie la proportion des différents gènes au sein des populations et propose des modèles mathématiques de l'évolution de cette proportion au fil des générations. Cette génétique des populations penche vers l'évolutionnisme ; elle a même prétendu le prendre en charge en réduisant l'évolution des espèces à une évolution de la proportion des différents gènes au sein des populations. Elle se rattache donc à l'explication historique de l'être vivant.

Entre ces deux branches de la génétique, participant à chacune d'elles et faisant ainsi leur jonction, se trouve la génétique formelle (inventée par Morgan). Elle a un statut hybride. Elle est proche de la génétique des populations par ses méthodes (mais elle les applique à des lignées définies plutôt qu'à des populations considérées de manière indifférenciée), et elle prétend en tirer des conclusions sur le mécanisme de l'hérédité, ce qui la rapproche de la génétique physiologique (sans toutefois qu'elle s'intéresse à la nature physico-chimique de ce mécanisme). C'est une génétique pseudo-populationnelle (par les méthodes) et pseudo-physiologique (par les résultats). Elle ne concerne ni l'évolution génétique des populations, ni la physiologie génétique de l'individu ; elle est entre les deux ; c'est une génétique familiale, une génétique « de parentèle » (comme les maladies de même nom ; et c'est à partir de telles maladies – ou leur succédané sous forme de mutations provoquées chez la drosophile – qu'elle s'est constituée).

Le principal résultat de la génétique formelle (et, en même temps, son fondement) est ce qu'on appelle « théorie chromosomique », c'est-à-dire la théorie qui veut que l'hérédité soit portée par les chromosomes (la génétique formelle cartographie ceux-ci en y localisant les mutations). Cette « théorie chromosomique » assure l'unité de toute la génétique. Elle en est le schème explicatif principal ; celui à partir duquel la génétique des populations construit ses modèles, et celui à partir duquel la génétique physiologique élabore sa mécanique des gènes. C'est une sorte d'axe traversant les différentes branches de la génétique, et les réunissant en une seule et même science.

Cette appellation de « théorie chromosomique » est toutefois abusive. Il vaudrait mieux parler de « modèle chromosomique » de l'hérédité, car cette théorie chromosomique est en réalité un modèle, et son statut

épistémologique est exactement le même que celui des modèles de la génétique des populations (cela vient évidemment de ce que, les méthodes de la génétique formelle étant comparables à celles de la génétique des populations, leurs résultats ont des statuts comparables). C'est dire que cette « théorie chromosomique » a, au mieux, une valeur heuristique, mais ne peut aucunement prétendre à un statut de théorie scientifique.

Quoi qu'il puisse paraître à la plupart des généticiens, la distinction entre théorie et modèle n'est pas négligeable. Cette « théorie chromosomique » se trouve au cœur de la génétique ; elle permet l'articulation de la génétique physiologique et de la génétique des populations, et donc, *via* celles-ci, l'articulation de l'explication physique et de l'explication historique en biologie. Il conviendrait donc d'en prendre l'exacte mesure (on notera que certaines propositions actuelles, comme celle d'Henri Atlan, la remettent en cause [66]).

Bien qu'elle soit censée avoir un objet unique (l'hérédité), la génétique est donc très hétérogène dans ses méthodes et dans le statut épistémologique de ses composantes. Cette hétérogénéité vient de ce que les deux modes d'explication biologique qu'elle articule sont eux-mêmes hétérogènes, l'un ayant un statut comparable à celui des sciences physico-chimiques, l'autre n'ayant pas de statut très défini (il est assez difficile de préciser ce que peut être le statut épistémologique de l'évolution darwinienne ; sans doute quelque chose qui se rapproche du statut des sciences économiques). C'est cette hétérogénéité que M. Morange considère comme la richesse de la notion de gène. Une richesse, peut-être. Mais c'est aussi et surtout l'origine de multiples difficultés, et d'abord, l'origine de l'incapacité de la génétique à se constituer en une véritable science.

Le principal signe de cette incapacité se trouve dans la manière dont la génétique s'est développée. Pour l'essentiel, ce développement a consisté en une continuelle réinterprétation des mêmes schèmes explicatifs, leur adaptation au développement des deux types d'explication qu'ils doivent articuler, selon la prédominance de l'un ou l'autre. La génétique progresse uniquement par le progrès des deux explications qu'elle articule, sans que ses propres schèmes explicatifs soient modifiés autrement qu'en surface (du moins jusqu'à présent, car la situation actuelle pourrait apporter des changements en ruinant complètement lesdits schèmes).

---

[66] H. Atlan, *la Fin du « tout génétique ». Vers de nouveaux paradigmes en biologie,* Paris, Inra Éditions, 1999.

Il y a tout un jeu entre la constance des schèmes (qui donne l'impression que la génétique a un objet d'étude réel et stable, l'hérédité assimilée à ces schèmes) et la diversité des interprétations (qui donne l'impression d'un progrès dans l'explication de cet objet). Ce jeu de la constance des schèmes et de la diversité des interprétations est bien visible quand on retrace l'histoire.

À la fin du XIXe siècle, la génétique était purement physiologique (plasma germinatif de Weismann et pangenèse intracellulaire de De Vries), mais d'une physiologie complètement spéculative dont la base (la théorie particulaire de la « matière vivante ») a rapidement disparu, et n'a laissé de traces que dans la conception particulaire de l'hérédité (le gène comme particule d'hérédité).

Au début du XXe siècle, du fait de cette disparition et faute d'une physiologie adéquate à ses besoins, la génétique a basculé vers l'autre branche de l'explication biologique, la théorie de l'évolution. Se sont ainsi développées la génétique des populations et la génétique formelle (celle-ci jouant comme complément pseudo-physiologique de la première). Toutes deux ont renoncé à spéculer sur la nature physique et la physiologie de l'hérédité, mais elles ont conservé le squelette de la théorie weismannienne, qu'elles ont réinterprétée pour en faire la base de leurs modélisations. Ces modélisations se sont épuisées d'elles-mêmes dans les années 1930-1940, où elles ont fini par tourner en rond.

Le développement de la biochimie et de la biologie moléculaire commençait alors à laisser entrevoir la possibilité d'études fines des processus biologiques. En 1944, Schrödinger a proposé une nouvelle interprétation du schème weismannien, ce qui a permis de le recycler dans le cadre de la biochimie et de la biologie moléculaire (sous la forme de ce qu'on appelle « programme génétique »). On a alors eu un basculement en sens inverse, et s'est développée une nouvelle génétique physiologique (la génétique moléculaire), tandis que la génétique des populations et la génétique formelle, épuisées, passaient à l'arrière-plan et devenaient des disciplines accessoires (sans pour autant être invalidées ; elles relèvent simplement d'une autre interprétation du même schème). Et ceci, jusqu'au milieu des années 1970, où l'interprétation de Schrödinger s'est trouvée en difficulté, et où l'on a vu réapparaître toutes sortes de vieilles idées de la fin du XIXe siècle et du début du XXe, à qui l'on s'efforce de donner une nouvelle jeunesse en les réinterprétant dans des termes modernes.

À chacune de ces étapes, correspondent une ou plusieurs définitions du gène, parmi celles que nous avons exposées ci-dessus. Ces diverses

définitions, inhérentes aux diverses interprétations du même schème explicatif, s'entassent plus ou moins bien les unes sur les autres (selon qu'elles sont plus ou moins compatibles entre elles), de la même manière que lesdites interprétations se succèdent sans vraiment s'invalider les unes les autres.

On a donc un empilement, une succession (avec des recouvrements partiels) de développements inégaux des différentes branches de la génétique, le tout étant unifié par la reprise des mêmes schèmes explicatifs sans cesse réinterprétés et mis au goût du jour. Le plasma germinatif de Weismann, la théorie chromosomique de Morgan, le programme génétique, et toutes leurs variantes, ont le même squelette, mais ce squelette est recouvert d'habillages différents, parfois superposés. Le progrès est plus dans l'habillage, plus ou moins riche et sophistiqué, que dans les principes, toujours les mêmes et assez rudimentaires (très rudimentaires, si on les rapporte aux normes scientifiques actuelles puisqu'ils datent de plus d'un siècle).

Le poids de l'habillage a d'ailleurs fini par faire craquer le squelette. Ainsi, dans les années 1970, la meilleure connaissance des mécanismes de la synthèse des protéines est venue à bout de la conception schrödingerienne sur laquelle est fondée la génétique moléculaire. Le squelette a perdu ses vertèbres et ne tient plus debout que par les broderies et paillettes qui rigidifient son manteau (ce sont évidemment ces broderies et paillettes qui sont présentées dans les médias comme le triomphe de la génétique).

La pertinence de l'hérédité

Une fois explicitées la fonction et la forme de la génétique, on peut essayer de revenir, sinon sur le statut, du moins sur la pertinence de la notion d'hérédité. Il y a deux niveaux possibles d'analyse épistémologique, celui où l'on considère que l'hérédité est un processus biologique (comme la fonction digestive par exemple), et celui où l'on considère que l'hérédité est elle-même une notion explicative (une manière de comprendre la génération). Voyons d'abord le premier, le plus simple.

Si la génétique a pour fonction d'articuler les explications physique et historique, elle a pour objet l'articulation entre, d'une part, l'organisation et le fonctionnement individuels de l'être vivant et, d'autre part, l'évolution des espèces. Plus concrètement, elle doit étudier le déterminisme que ses parents (et, *via* ceux-ci, ses ancêtres) font peser sur l'individu (déterminisme qui va se mêler aux facteurs externes actuels

pour produire cet individu). Il ne reste plus qu'à vérifier si l'hérédité, conçue comme une transmission de caractères ou de gènes, correspond bien à un tel objet.

La critique est immédiate : une telle hérédité est « artificiellement séparée » du reste de la génération, car c'est par la génération tout entière qu'il y a une continuité physique entre les parents et les enfants, et donc un déterminisme des uns sur les autres. Cette critique n'est pas nouvelle. Ainsi, en 1903, le *Traité de biologie* du néo-lamarckien Félix Le Dantec comporte un sous-chapitre intitulé : « Que le problème de l'hérédité n'est pas un problème distinct » [67] (sous-entendu : distinct de la génération). On pourrait aussi comprendre en ce sens l'un des rares passages cohérents des théories de Lyssenko [68]. Et enfin, c'est également à cela que reviennent les critiques d'Henri Atlan dans son ouvrage précédemment cité. Comme quoi les questions auxquelles on ne répond pas finissent toujours par resurgir.

On peut bien sûr arguer que, même si c'est la génération tout entière qui assure la continuité physique entre les parents et les enfants, rien n'empêche qu'une « partie » ait une importance particulière en ce domaine (partie que l'on appellera « hérédité »), que le reste est subalterne et doit être, au mieux, considéré comme assurant des régulations. Il faudrait alors comprendre comment distinguer l'une et l'autre part (l'hérédité et les régulations – chez Atlan, la banque de données et le programme), déterminer l'importance de chacune d'entre elles, etc. La discussion est alors interminable (au sens propre : elle n'a pas de terme auquel on puisse s'arrêter, pas d'issue).

D'une manière générale, et pour l'instant, il suffit de constater que l'hérédité-transmission (de caractères ou de gènes) s'accorde mal à une génétique articulant les explications physique et historique de l'être vivant. Ce qui est dû à une mauvaise conceptualisation (en très bref : du fait de son origine, l'hérédité a une double nature, à la fois la physique et historique ; ce qui a été « résolu » en ramenant l'histoire à une mémoire inscrite dans une substance, plasma germinatif ou ADN ; l'histoire est ainsi « physicalisée » et même « matérialisée » ; on peut alors l'injecter dans l'organisation et le fonctionnement physico-chimiques de l'individu ; ce qui est une assez pauvre conception de l'articulation des explications physique et historique).

---

[67] F. Le Dantec, *Traité de biologie,* Paris, Alcan, 1903.

[68] T. Lyssenko, *Agrobiologie,* Moscou, Éditions en langues étrangères, 1953, p. 493 *sq.*

À un deuxième niveau, l'analyse consiste à considérer que l'hérédité n'est pas vraiment un objet biologique (comme la ressemblance des enfants aux parents) qu'une science (la génétique) devrait étudier, mais qu'elle est apparue parce qu'il fallait articuler entre elles deux explications biologiques complémentaires. Elle est donc étroitement liée à ces deux explications, à qui elle doit son existence et sa forme. Elle appartient ainsi à un moment particulier de l'histoire de la biologie. Avant ce moment, elle n'existait pas (hormis le cas des « maladies de parentèle », il n'y avait pas d'hérédité biologique avant Lamarck, et elle ne s'est vraiment développée qu'après Darwin). Et rien ne dit qu'elle est destinée à survivre.

On pourrait même imaginer que, si la biologie avait donné d'emblée une explication unifiée de l'être vivant, l'hérédité n'aurait jamais existé. En revanche, une fonction physiologique comme la génération existerait toujours, sinon en tant que fonction (car cette biologie n'aurait peut-être pas eu recours à la notion de fonction), du moins en tant que processus biologique à expliquer. Il s'agit évidemment d'une fiction, mais elle montre pourquoi l'hérédité ne peut avoir un statut comparable à celui d'une fonction physiologique, ou autre objet biologique identifié.

Pour reprendre l'expression que Michel Morange destinait au gène, l'hérédité est une « construction historique », une construction propre à un certain stade de la biologie (celle qui découvre, avec Lamarck puis avec Darwin, la nécessité de l'évolution pour expliquer l'être vivant dans le cadre des lois physiques). Mais c'est une construction qu'on a fini par considérer comme un objet biologique naturel susceptible d'une étude propre.

Embrouillamini et bricolages

On aura sans doute trouvé cela très embrouillé, et on aura eu raison : c'est effectivement très embrouillé. Les doctrines informes n'ont pas d'histoire ou si elles en ont une, celle-ci est très difficile à retracer. La fin du XIXe siècle et le début du XXe, qui voient la naissance des principaux concepts de la génétique, sont, pour l'histoire de la biologie, une période incroyablement désordonnée. La plupart des textes relatifs à l'hérédité, y compris ceux de Weismann et (encore plus) ceux de De Vries, sont difficilement lisibles aujourd'hui (pour les auteurs de moindre envergure, on se demande non seulement s'ils font bien de la science, mais tout simplement ce qu'ils veulent dire). Il ne s'agit pas de les juger anachroniquement, en leur reprochant de ne pas avoir eu les connaissances que nous avons aujourd'hui. Il faut tout simplement

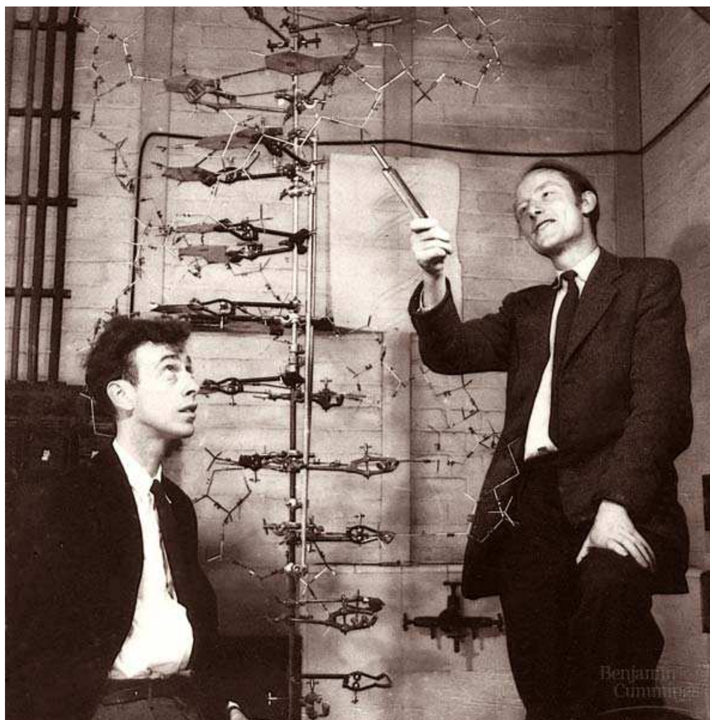
reconnaître que les problèmes ne sont jamais posés correctement (à supposer même qu'ils soient posés), que la spéculation la plus débridée règne sur les théories, et que, derrière tout cela, se profilent des influences idéologiques les plus douteuses. En tout cas, l'hérédité qui est alors inventée n'est jamais définie dans les termes où un objet scientifique doit l'être.

Le plus gênant, c'est qu'il n'y a jamais eu d'épuration, ni d'amélioration, mais seulement des réinterprétations, si bien que la génétique actuelle travaille avec les concepts qui ont été avancés à cette époque, et dont les généticiens ne connaissent plus l'origine exacte ; ce qu'en général ils compensent en leur inventant une histoire adaptée aux besoins de la cause (Weismann, en tant que principal auteur du schème explicatif, a eu droit à l'histoire la plus réécrite). Il en est sans doute ainsi dans la plupart des sciences mais ici, cela a pris des proportions considérables, au point que la réécriture de l'histoire est devenue une sorte de genre littéraire, dont les produits sont quasiment intégrés au corps de doctrine de la discipline. Il s'ensuit que la génétique est, du point de vue scientifique et épistémologique, un véritable embrouillamini où les généticiens eux-mêmes ont fini par se perdre.

Cela ne semble pas les gêner. Ils s'en tirent en faisant l'éloge du flou (à la manière de Michel Morange) ou du bricolage (à la manière de François Jacob), ou encore en qualifiant de « dogmes » ceux de leurs principes qui ne reposent sur rien, et en traitant d'hérétiques ceux qui se hasardent à les critiquer (la génétique est sans doute, sinon la seule science à avoir ses « dogmes », du moins la seule à ouvertement les qualifier ainsi).

Enfin, dernier rejeton de cet imbroglio : le « génie génétique », présenté comme de la haute technologie, alors qu'il consiste surtout en un bricolage empirique, complétant les bricolages théoriques ci-dessus évoqués et prétendant les justifier. Un bricolage certes parfois astucieux, mais les astuces n'ont jamais remplacé les concepts. Un bricolage certes parfois médicalement utile (pour la production de substances médicamenteuses plus que pour de très aléatoires thérapies géniques), mais les exhibitions de malades et de bons sentiments n'ont jamais remplacé la réflexion.

André Pichot



James Watson et Francis Crick
devant le modèle de la structure de l'ADN
en 1952

Mémoire pour rectifier les jugements du public sur la révolution biologique

Article paru dans la revue *Esprit,* août-septembre 2003.

Résumé :

Les accomplissements du décryptage des génomes et du développement du génie génétique sont comme l'arbre qui cache la forêt : ils masquent l'incertitude, voire le désarroi qui touche les questions fondamentales de la génétique, dont le cadre théorique vieillissant n'est plus valide.

Abstract :

A memorandum to redress the public's opinions about the biological revolution. The achievements in genome decoding and developments in genetic engineering are like the tree hiding the forest: they hide a degree of uncertainty and indeed disarray over the most fundamental issues in genetics, the theoretical framework of which is no longer valid.

À en croire les médias, la biologie serait le dernier bastion de la révolution permanente. Il ne se passe pas un mois sans qu'on nous trompette une fabuleuse découverte susceptible d'éradiquer à jamais la misère et la faim, un bouleversement conceptuel annonciateur d'ébouriffantes perspectives thérapeutiques, à moins que ce ne soit, plus modestement, un exploit technique incongru ou photogénique, et donc riche de sens supposé. Merveilles répétitives forcément doublées d'enjeux financiers superlatifs, mais prudemment commentées au futur, temps des promesses sans garanties, et conjugaison préférée des biologistes – avec le conditionnel, qu'ils utilisent quand le morceau est un peu dur à avaler.

Devant un tel spectacle, les mauvais esprits (mauvaises langues, mais bons yeux) diront qu'une science qui connaît une révolution tous les quinze jours est une science qui tourne en rond. Et qu'une science qui

ressent un tel besoin de se mettre en scène dans les médias en promettant tout et n'importe quoi est une science qui a perdu pied et se noie dans un fatras de résultats expérimentaux qu'elle est incapable d'évaluer et d'ordonner, faute d'une théorie cohérente. À y regarder de près, c'est bien le cas. Pour l'essentiel, ces prétendues révolutions ne sont que des affaissements successifs par lesquels, pan par pan, s'effondre le cadre théorique de la génétique moléculaire (et par là, celui de la biologie moderne dont la génétique est le pivot [1]).

Ce cadre théorique a été imaginé en 1944 par le physicien Erwin Schrödinger, qui concevait l'hérédité comme la transmission d'un ordre physique par la transmission d'une substance physiquement ordonnée [2]. Selon lui, l'ordre de cette substance commandait l'ordre de l'être vivant ; il devait donc y avoir un correspondance entre eux (ce qu'il appelait un « code »).

Aprés que les travaux d'Oswald T. Avery (datant eux aussi de 1944, mais d'abord négligés) eurent suggéré que l'ADN est le support de l'hérédité [3], et surtout aprés la découverte de la structure de celui-ci par James D. Watson et Francis H. C. Crick en 1953 [4], la conception de Schrödinger est devenue, moyennant quelques accommodements, la théorie du programme génétique. La substance ordonnée a été assimilée à l'ADN, et le principe schrödingerien a été assoupli dans la mesure où, à la correspondance globale entre l'ordre du matériel génétique et l'organisation de l'être vivant, a été substitué une correspondance locale entre l'ordre interne des gènes et l'ordre interne des protéines (ce qu'on appelle « code génétique »).

Dans les années 1970, de multiples travaux montrèrent que le génome est plus malléable et le gène plus compliqué qu'on ne le pensait ; et que, chez les eucaryotes [5], non seulement il n'y a pas de correspondance stricte entre l'ordre du matériel génétique et l'ordre de l'être vivant, mais il n'y en a pas non plus entre l'ordre du gène et celui de la protéine. Soit un nouvel assouplissement du principe de Schrödinger, un assouplissement qui équivaut à un ramollissement généralisé.

Autrement dit, la génétique s'est retrouvée avec une théorie voulant une chose, et des résultats expérimentaux en voulant une autre. La théorie veut que l'hérédité soit la transmission d'une substance ordonnée (ADN) commandent l'organisation de l'être vivant. Mais au fur et à mesure que les résultats expérimentaux s'accumulaient, l'ordre de cette substance est devenu de plus en plus incertain et sa correspondance avec l'organisation de l'être vivant, de plus en plus vague. Au point qu'aujourd'hui, il ne reste pratiquement plus rien, ni de cet ordre, ni de cette correspondance.

Le cadre théorique de la génétique est ainsi tombé en lambeaux sans que quiconque ait jamais cherché à l'amender ou le remplacer. On a simplement fait disparaître la référence à Schrödinger et, grâce au flou entourant la notion d'information, on a continué à parler de « programme génétique » en s'accrochant, faute de mieux à ce que l'on savait être une formule creuse, bien commode par sa capacité à expliquer n'importe quoi (il suffit de greffer des régulations sur les régulations, comme l'astronomie médiévale empilait les épicycles sur les épicycles).

Tout juste la déstructuration du gène a-t-elle conduit les généticiens à valoriser le rôle des protéines ; ce qui rappelle des thèses anciennes où, la fonction de l'ADN étant inconnue, l'hérédité était directement expliquée par celles-ci. Un peu comme si la prééminence de l'ADN étant remise en question par la déstructuration, on revenait à la théorie antérieure fondée, elle, sur les protéines et leurs multiples propriétés. Soit une tendance générale qui est « retro » plutôt que révolutionnaire.

Décryptage des génomes et génie génétique : succès ou fiasco ?

Dans l'incapacité à proposer un nouveau cadre théorique, on lança alors deux grands programmes de recherche : le décryptage des génomes et le génie génétique ; programmes qui ont tous deux la particularité de mettre en suspens les questions théoriques.

Le décryptage des génomes les laisse de côté pour s'intéresser aux difficultés techniques de l'analyse des macromolécules d'ADN.

Quant au génie génétique, ce n'est pas, contrairement à ce qu'on pourrait croire, l'application de théories génétiques à l'industrie, l'agriculture et la médecine, mais la transformation de méthodes de laboratoire (notamment celles de la transgenèse) en procédés industriels, agricoles ou médicaux. La principale difficulté étant que ces procédés ont des exigences de rendement, de rentabilité et de sécurité qui n'ont rien à voir avec celles des laboratoires. Soit, ici encore, un abandon des questions théoriques, et un recentrage sur les problèmes techniques.

Ces deux grands programmes de recherche, loin de résulter d'un progrès qui aurait eu des retombées en applications diverses, sont donc surtout des réactions à une situation d'impasse théorique, une manière de laisser en suspens des questions qu'on ne sait pas résoudre, en espérant que les choses finiront par se décanter et s'éclaircir.

L'extraordinaire astuce de l'affaire a été de transformer ce blocage scientifique en un grand succès médiatique. Le décryptage des génomes est devenu le décryptage du « livre de la vie », le dévoilement de ses derniers secrets. Quant au génie génétique, il a été présenté comme de la haute technologie.

Vingt ans plus tard, les résultats sont là. Le décryptage du génome humain est un magnifique succès pour les techniques d'analyse des macromolécules et un monumental fiasco pour la théorie génétique. Chez Schrödinger, le matériel génétique était si ordonné qu'il était comparé à un cristal. Aujourd'hui, le décryptage montre un génome humain composé en quasi totalité (environ 97%) de « junk-DNA » (ADN-poubelle ou ADN non-sens), dont on ignore la fonction, à supposer qu'il en ait une (ce qui en fait le candidat idéal pour un poste dans les régulations-épicycles) ; avec, perdues au sein de ce « junk-DNA », quelques bribes correspondant effectivement à des gènes, lesquels se retrouvent d'ailleurs en quasi-totalité chez le chimpanzé (plus de 98%), voire chez la souris.

L'homme différant un peu plus que cela du singe, et encore plus des muridés, on aurait pu en conclure que le postulat d'une commande-correspondance entre l'ordre du matériel génétique (ADN) et l'organisation de l'être vivant est erronée (d'autant plus que Schrödinger a bien précisé que sa thèse d'une telle commande nécessite des lois physiques spéciales pour les êtres vivants ; ce qui suffit pour la rendre invraisemblable). Au lieu de quoi, après avoir dépensé une fortune pour décrypter le génome humain, on se propose maintenant d'en dépenser une autre en ordinateurs destinés à trouver un sens à ce junk-embrouillamini, et sauver ainsi une théorie morte depuis longtemps. En réalité, la conclusion est déjà connue : tout cela se terminera par une débauche de gènes de maladies, de prédispositions et de n'importe quoi. C'est à peu près ce qui s'est passé dans les années 1930 quand, après avoir cartographié les chromosomes de la drosophile à l'aide de 400 mutations (l'équivalent, à cette époque, de nos actuels décryptages de génomes), les généticiens se sont aperçus que cela ne servait pas à grand'chose et ont trouvé un dérivatif dans l'eugénisme [6].

Quant au génie génétique (OGM, thérapie génique, etc.), loin d'être la haute technologie sur laquelle devaient se fonder une nouvelle industrie et la médecine du futur, il n'est guère aujourd'hui qu'une collection de bricolages empiriques, doublée d'un affairisme un peu raté. La différence entre une technologie et un bricolage est qu'une technologie est sous-tendue par une théorie, tandis que le bricolage procède en tâtonnant. Si bien que, quand il marche, on ne sait pas pourquoi il marche. Et s'il ne

marche pas, on ne sait pas non plus pourquoi ; et encore moins comment l'améliorer, sinon en tâtonnant.

Certains de ces bricolages peuvent certes être utiles, mais ils n'en sont pas pour autant de la science ; et les succès, rares et aléatoires, restent précaires faute d'une base théorique sérieuse. Quelques-uns peuvent même rapporter de l'argent à leurs promoteurs ; mais il y a une différence entre bâtir une nouvelle industrie et réussir un « coup » dont les lendemains sont loin d'être assurés – n'en déplaise aux créateurs de *start-up*.

En biologie, la révolution n'a pas eu lieu

Tel est le spectacle qu'offre aujourd'hui la biologie. Moins celui d'une révolution que d'une décomposition conjurée par la rhétorique médiatique, l'affairisme, les promesses infondées et les bricolages approximatifs. La révolution, ce serait de proposer un nouveau cadre théorique bien construit et rendant compte effectivement des données expérimentales. Mais ça, ce n'est pas facile.

Premièrement, parce que les révolutions scientifiques ne sont plus ce qu'elles étaient il y a seulement un siècle, quand les savants étaient des notables et que la recherche se faisait en comité restreint. Aujourd'hui, celle-ci mobilise des milliers de chercheurs dont la plupart sont très étroitement spécialisés et peu susceptibles de remettre en cause les principes à l'intérieur desquels ils ont appris à travailler. Soit une masse dont l'inertie est encore plus difficile à vaincre que le conservatisme des mandarins de l'ancien temps (ceux-ci, comme l'avait noté Max Planck, finissaient toujours par mourir – ce qui n'en a d'ailleurs pas fait disparaître l'espèce).

Deuxièmement, parce que la génétique est une science dogmatique qui, comme toutes les doctrines aux fondements mal assurés, n'a jamais supporté les hérétiques et les a toujours exécutés à grands coups d'épithètes (lamarckistes, lyssenkistes, créationnistes, et autres déviationnistes). Si bien qu'y règne une pensée unique, et qu'on ne peut attendre de vraies nouveautés que de personnalités isolées, voire marginales, dont la capacité à faire bouger la communauté scientifique est faible.

Troisièmement, parce que le problème à résoudre est très compliqué. Les rares chercheurs qui s'y sont attachés n'ont pas encore réussi à le poser correctement et, par conséquent, les solutions esquissées ne

suscitent pas un enthousiasme flamboyant. Il semble d'ailleurs qu'elles se caractérisent par une tendance « rétro » encore plus marquée que celle signalée ci-dessus à propos de la valorisation du rôle des protéines. Un peu comme si la tendance à remonter le temps était proportionnelle à l'acuité du sens critique, en une sorte de déconstruction régressive des théories, à la recherche du point où l'erreur s'est produite.

Par exemple, parmi les tentatives récentes, la thèse de Jean-Jacques Kupiec et Pierre Sonigo rappelle, par son pandarwinisme, une théorie proposée en 1881 par Wilhem Roux [7, 8]. Celle d'Henri Atlan [9], en dissolvant quasiment la notion d'hérédité, remonte un peu plus haut, jusqu'à une époque où cette notion était balbutiante, comme dans les premières théories d'Ernst Haeckel [10] au cours des années 1860-1870.

Quels que soit les incontestables mérites de ces chercheurs et de quelques autres (d'abord le sens critique et la liberté d'esprit dans un environnement qui n'y est guère favorable), il est peu probable qu'on puisse ainsi se contenter d'habiller de neuf des théories anciennes. Mais peut-être reculent-ils pour prendre l'élan nécessaire au grand bond en avant.



Certains seront sans doute déçus de découvrir qu'en biologie, la révolution n'a pas eu lieu. D'autres s'en réjouiront ; soit parce que cela leur ouvre la possibilité de la faire eux-mêmes ; soit parce que cela écarte les menaces de dictature généticienne, ou du moins les menaces (fondées sur l'idée de programme génétique) d'une transformation biologique active et volontariste de l'humanité. La transgenèse, le clonage, la parthénogenèse, etc., marchent si mal qu'ils ne peuvent guère sortir des laboratoires pour s'appliquer à l'homme (ou s'ils en sortent, il n'en sortira pas grand'chose). Leur manque de fondements théoriques sérieux, en rendant leur efficacité très aléatoire, rend invraisemblable toute utilisation planifiée de ces procédés (voire leur simple mise en œuvre).

Seules restent à craindre les bavures, d'autant plus probables que les fondements scientifiques sont faibles. C'est-à-dire les risques écologiques et sanitaires liés aux OGM, dont la technique est loin d'être maîtrisée ; les abus de diagnostics génétiques, dont la plupart ne reposent que sur des corrélations statistiques (eugénisme et autres formes de sélection) ; et

enfin – moins probablement aujourd'hui, car on a vu les conséquences des tentatives précipitées –, les dangers d'expérimentations humaines aberrantes (thérapie génique, clonage thérapeutique).

Ce n'est certes pas rien – c'est même beaucoup –, mais ce n'est pas comparable à ce que divers idéologues, de Peter Sloterdijk à Francis Fukuyama, ont imaginé en arguant de la révolution biologique. Leurs thèses, qui occultent les très vulgaires dangers réels en agitant des fantasmes grandioses, sont destinées à rapidement finir dans le placard à rogatons (mieux vaut ne pas se référer à la science quand on ne la connaît que par la vulgarisation).

Peut-être même – faut-il s'en plaindre ? – certaines vieilles lunes apparentées, et passablement épuisées malgré leur prétention à la nouveauté (la sociobiologie de Richard Dawkins, le cognitivisme darwinien de Daniel C. Dennett, entre autres), subiront-elles le même sort. Car il ne faut pas oublier que la génétique s'est développée dans le cadre de l'évolutionnisme darwinien et que les deux doctrines sont étroitement liées, se soutenant l'une l'autre dans ce qu'on appelle « théorie synthétique ». Par conséquent, toute remise en cause des conceptions actuelles de la génétique retentira obligatoirement sur les explications que l'on donne de l'évolution [11], et, par là, en premier lieu, sur les pseudo-sciences qui se sont attachées à appliquer les principes darwiniens à la sociologie ou à la psychologie.

À moins, bien sûr, que, mises en scène par les médias, ces diverses idéologies théorisant l'impact d'une imaginaire révolution génétique ou ressuscitant les dérives darwiniennes du passé, ne soient appelées en renfort de doctrines biologiques dont les fondements scientifiques s'effondrent.

André Pichot

Notes :

1. André Pichot, *histoire de la notion de gène*, Paris, éd. Flammarion, 1999.
2. Erwin Schrödinger, *Qu'est-ce que la vie ? L'aspect physique de la cellule vivante* (1944), trad. de Léon Keffler, Bruxelles-Genève, Éditions de la Paix, 1951.
3. Oswald T. Avery, Colin M. MacLeod et Maclyn McCarty, "Studies on the Chemical Nature of the Substance Inducting Transformation of Pneumococcal Types", *Journal of Experimental Biology and Medecine*, 1944, 79, p. 137-158.
4. James D. Watson et Francis H. C. Crick, "Molecular Structure of Nucleic Acids", Nature, 1953, 171, p. 737-738 ; "Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid", *Nature*, 1953, 171, p. 964.
5. Les eucaryotes sont les êtres vivants dont les cellules sont pourvues d'un vrai noyau contenant le matériel génétique, par opposition aux procaryotes (les bactéries) qui n'ont pas ne noyau et dont le matériel génétique baigne directement dans le cytoplasme.
6. A. Pichot, *La société pure, de Darwin à Hitler*, Paris, éd. Flammarion, 2000.
7. Jean-Jacques Kupiec et Pierre Sonigo, *Ni Dieu ni gène, pour une autre théorie de l'hérédité*, Paris, éd. Le Seuil, 2000.
8. Wilhem Roux, *Der Kampf der Theile im Organismus*, Leipzig, Engelmann, 1881 (*Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen*, 2 vol., Leipzig, Engelmann, 1895, t. 1, p. 135-437).
9. Henri Atlan, *La fin du tout génétique, vers de nouveaux paradigmes en biologie*, Paris, éd. INRA Éditions, 1999.
10. Ernst Haeckel, *La périgenèse des plastidules* (1876), dans *Essais de psychologie cellulaire*, trad. de Jules Soury, Paris, éd. Germer-Baillière, 1880.
11. Pour avoir une idée de l'ampleur du problème, il suffit d'essayer de concevoir les théories de l'évolution qui pourraient s'articuler à la génétique de Kupiec et Sonigo, ou à celle d'Atlan.

Traduction d'un article de la revue *Prospect* (Londres)
paru dans *Courrier International* n°1025 du 24 au 30 juin 2010.

Génome humain : l'heure de la désillusion

Achevé depuis dix ans, le séquençage complet de nos gènes devait permettre de créer des médicaments innovants. Mais on les attend toujours...

Il y a dix ans, la première ébauche de séquence du génome humain fut présentée comme le début d'une ère nouvelle de la médecine. Francis Collins – qui dirigeait à l'époque le consortium international pour le séquençage du génome humain (IHGS) et qui se trouve aujourd'hui à la tête des Instituts américains de la santé (NIH) – affirmait que les connaissances acquises grâce aux travaux de séquençage allaient permettre aux médecins d'adapter les traitements au profil génétique des patients. Il voyait ce rêve devenir réalité avant 2010.

Comme vous l'aurez peut-être remarqué, cela ne s'est pas produit. Jusqu'à présent, l'impact médical du Projet génome humain (PGH) – qui a débouché sur le décryptage de plus de 21 000 gènes – a été insignifiant. Contrairement aux assurances de Collins, en 2001, selon lesquelles « de nouveaux médicaments génétiques sur mesure [allaient être] introduits sur le marché pour lutter contre le diabète sucré, l'hypertension, les troubles mentaux et beaucoup d'autres maladies », il n'est plus du tout évident que cela se produise effectivement. Avons-nous été trompés ? Pas exactement. Mais la distance qui sépare les promesses et les actes montre bien que, comme les alunissages dans le domaine de l'exploration spatiale, le PGH était plus un triomphe de la technologie qu'un progrès de la compréhension scientifique.

Nous ne comprenons pas le fonctionnement du génome

Certes, il est normal que les promesses liées aux avancées scientifiques tardent à se matérialiser et il est incontestable que la connaissance des 3 milliards de bases azotées de notre ADN [dont la séquence détermine le code génétique] va faire progresser les recherches sur l'origine et l'évolution de l'homme, la démographie et les maladies. En outre, l'une des retombées technologiques du PGH a été le perfectionnement des techniques de séquençage, qui a permis au projet d'aboutir plus tôt (et pour moins cher) que prévu. Cette fantastique évolution a été due en partie à une compétition intense dans la course au séquençage entre le PGH, un consortium public et la société américaine Celera Genomics, dirigée par le biologiste et homme d'affaires Craig Venter. Ces techniques ont ouvert la porte à un séquençage moins onéreux des génomes individuels et contribué à une explosion des données génomiques dans le monde entier.

Pourquoi ces données ne se sont-elles pas traduites par la découverte de nouveaux médicaments ? C'est en partie parce qu'il s'est révélé extrêmement difficile de passer de la connaissance théorique d'un gène qu'on savait impliqué dans une maladie à une solution thérapeutique viable, même pour une maladie comme la mucoviscidose, qui est provoquée par un seul et unique gène. En réalité, le problème est que nous ne comprenons pas comment fonctionne exactement un génome. Ce qui peut être très gênant quand il s'agit d'un projet qui a coûté quelque 3 milliards de dollars [2,4 milliards d'euros]. En fait, le PGH n'est pas issu d'une véritable hypothèse de départ : il n'avait pas pour mission de répondre à des questions bien définies. Au contraire, les chercheurs espéraient que des applications bénéfiques découleraient naturellement des données dégagées. Cette attitude n'était pas due à l'ignorance des scientifiques, mais à des hypothèses de départ erronées. Avant le PGH, on pensait que nos génomes étaient faits de gènes qui conditionnaient la synthèse des protéines, essentielle au fonctionnement des cellules. On pensait également que ces gènes étaient noyés dans un tas d'ADN "inutile" ou ADN "poubelle" qui n'aurait pas été éliminé au cours du processus de l'évolution. On pensait enfin qu'à chaque gène correspondait une protéine unique codée par l'intermédiaire de l'acide ribonucléique (ARN), celui-ci servant de modèle pour l'assemblage de ladite protéine.

Depuis que le PGH a commencé, en 1993, diverses révisions de ces théories se sont imposées et d'autres théories complètement différentes ont pris forme. Il se pourrait par exemple que la relation gène-protéine ne soit pas si exclusive que cela. En outre, la majeure partie de cet ADN dit "inutile" ne serait pas inutile du tout, mais jouerait au contraire un rôle biologique encore inconnu. En effet, la majorité de cet ADN est transcrit en ARN, opération consommatrice d'énergie, qui ne se produirait donc pas sans une bonne raison. Autre révision : les gènes ne seraient pas forcément distribués de façon linéaire sur le génome. Quant à l'activité des gènes, elle serait influencée par de nombreux facteurs qui ne sont pas explicitement codés dans le génome. Il pourrait s'agir de l'arrangement du matériel chromosomique et de son "étiquetage" par des marqueurs chimiques. Ainsi, même dans le cas de maladies comme le diabète, où il y a clairement un facteur héréditaire, les gènes impliqués ne comptent que très peu dans l'hérédité. Le reste des facteurs a même été surnommé « matière noire » du génome, ce qui équivaut à un aveu d'ignorance totale par les scientifiques.

Le génome est plus complexe qu'un manuel d'utilisation

Pour être juste, il faut dire que certains de ces nouveaux points de vue ont pu être développés grâce au PGH lui-même et aux technologies qui lui sont associées. Mais il y a eu un manque d'anticipation de la complexité du génome, dû en partie aux sophismes confortables de la recherche en génétique. Après la découverte de la structure moléculaire de l'ADN par Francis Crick et James Watson, en 1953, les généticiens ne purent s'empêcher de penser que le plus important avait été fait. Ils se mirent à considérer l'ADN comme un « livre de la vie », à lire comme un manuel d'utilisation. On se rend compte aujourd'hui que le génome ressemble moins à une liste de pièces détachées qu'à un système climatique plein de réactions et d'interdépendances complexes.

Une des plus pernicieuses conséquences du syndrome « livre de la vie » fut l'apparition d'un nouveau déterminisme génétique, qui pourrait se résumer par la phrase : nous sommes ce que nos gènes font de nous. Une autre illusion de jeunesse du PGH était que l'on peut faire de la science sans hypothèses et sans idées. Comme le dit Jim Collins, de l'université de Boston, l'un des rares biologistes à voir plus loin que le bout de son nez, « nous avons fait l'erreur de confondre la collecte d'informations et l'amélioration de notre compréhension ».

Où en sommes-nous aujourd’hui ? Il se peut que ce que nous ne savons pas encore sur le génome soit une énorme masse de détails inaccessibles. Mais des ingénieurs examinant le corps humain diraient que le bon fonctionnement d’un système aussi complexe doit forcément dépendre de principes généraux plus vastes. Nous connaissons indubitablement l’un d’entre eux – le lien entre la séquence d’un gène et la structure d’une protéine –, mais nous ne pouvons plus continuer à penser que les choses s’arrêtent là. Et nous ne découvrirons pas les autres principes en nous contentant de plonger dans l’océan de données que nous fournira un autre domaine de la biologie finissant en “-ome”, que ce soit le protéome, l’épigénome ou le métabolome.

Ce dont nous avons besoin, c’est de penser de façon originale.

Philipp Ball

Bibliographie

Éléments pour une théorie de la biologie, éd. Maloine, 1980.
(Ouvrage épuisé, copie disponible sur demande, 30 euros)
La naissance de la science,
Tome I. *Mésopotamie, égypte*,
Tome II. *Grèce présocratique*,
éd. Gallimard, coll. Folio/Essai n°154 et 155, 1991.
Petite phénoménologie de la connaissance, éd. Aubier, 1991.
Histoire de la notion de vie, éd. Gallimard, coll. TEL, 1993.
L'eugénisme, ou les généticiens saisis par la philanthropie,
éd. Hatier, coll. Optiques, 1995.
Histoire de la notion de gène, éd. Flammarion, coll. Champs, 1999.
La société pure : de Darwin à Hitler, éd. Flammarion, 2000 ;
(coll. Champ, 2001).
Aux origines des théories raciales, de la Bible à Darwin,
éd. Flammarion, 2008.
Expliquer la vie, de l'âme à la molécule,
éd. Quae, 2011.

Brochures éditées par nos soins :

André Pichot
Biologie moderne :
Frankenstein ou Pieds-Nickelés ?
Articles parus dans le journal Le Monde
1996 - 2008.
brochure de 36 pages, format 14x21cm
Disponible sur demande à **prix libre**.

Richard C. Lewontin
Le rêve du génome humain
1992
brochure de 44 pages, format 14x21cm
Disponible sur demande à **prix libre**.

Table

Brochure réalisée dans le cadre du projet

Autonomie du Vivant

La biologie moderne postule – idée jamais analysée ni discutée – que *les êtres vivant sont comme des machines*. Elle ne cherche pas à savoir ce qui différencie les êtres vivants des objets inanimés que les sciences physiques étudient ni des machines que ces mêmes sciences permettent de construire ; et sous le prétexte d'avancer une vision strictement *mécaniste* du monde, propage une conception *machinique* de la vie.

Cet être vivant machine contient la promesse de faire entrer le vivant, dans toutes ses formes et manifestations, y compris humaines et sociales, dans les processus technico-bureaucratiques de production, de gestion et d'administration des choses propre à la société capitaliste et industrielle. Partout, ce qui est vivant tend ainsi à être réduit à une chose, un objet, un système, tend à être transformé en une *abstraction* que les machines peuvent manipuler et calculer, et à laquelle, par là même, est déniée ce qui justement distingue radicalement et irréductiblement les êtres vivants des objets inanimés et des machines ; à savoir leur *activité autonome*.

La crise écologique et sociale actuelle, qui prend une dimension planétaire avec la mondialisation de l'économie, n'a, pensons-nous, pas d'autre origine que cette volonté opiniâtre et obstinée propre à la technoscience, cette religion de substitution patronnée par l'Etat, de « *se rendre comme maître et possesseur de la nature* » (Descartes).

Contre ces conceptions étriquées, aux conséquences mortifères, une *critique radicale de la biologie moderne* est nécessaire qui fasse apparaître les limites de la méthode des sciences appliquées aux multiples phénomènes du vivant. En mettant en avant la notion dialectique d'*autonomie du vivant*, nous voulons tenter de comprendre l'être vivant en tant que sujet à part entière, c'est-à-dire *capable de faire lui-même sa propre histoire dans une certaine mesure*. Etant nous-mêmes des êtres vivants, en proie au processus de dépossession de tout pouvoir sur notre existence et d'expropriation des conditions de la vie du fait du développement incontrôlé de l'économie et de la technique, cette critique a également d'importantes conséquences politiques pour le projet d'émancipation sociale qui promeut et défend *la liberté et l'autonomie*.

C'est l'articulation entre ces différents aspects que nous entendons développer. L'objectif étant d'initer l'élaboration d'*une nouvelle conception de la vie sur Terre*.

Bertrand Louart

rédacteur de *Notes & Morceaux Choisis,*
bulletin critique des sciences,
des technologies et de la société industrielle ;

membre du groupe *Oblomoff,*
de réflexion et d'activité critique sur la recherche scientifique ;

menuisier ébéniste.



Biologia Novae

Les mauvais esprits (mauvaises langues, mais bons yeux) diront qu'une science qui connaît une révolution tous les quinze jours est une science qui tourne en rond. Et qu'une science qui ressent un tel besoin de se mettre en scène dans les médias en promettant tout et n'importe quoi est une science qui a perdu pied et se noie dans un fatras de résultats expérimentaux qu'elle est incapable d'évaluer et d'ordonner, faute d'une théorie cohérente.

À y regarder de près, c'est bien le cas. Pour l'essentiel, ces prétendues révolutions ne sont que des affaissements successifs par lesquels, pan par pan, s'effondre le cadre théorique de la génétique moléculaire (et par là, celui de la biologie moderne dont la génétique est le pivot).

André Pichot
est chercheur au CNRS
en épistémologie et histoire des sciences

Cette brochure est une réédition de trois articles
parus initialement dans la revue *Esprit*.

Prix Libre